



**UNIVERSIDAD NACIONAL “PEDRO RUIZ GALLO”**

**FACULTAD DE INGENIERÍA ZOOTECNIA  
CENTRO DE INVESTIGACIÓN PECUARIA**



**INFLUENCIA DEL CICLO LUNAR EN LA  
PRODUCCION DE GERMINADO  
HIDROPONICO DE MAIZ (*ZEAMAYS*) CON  
SOLUCION NUTRITIVA**

**TESIS**

**Presentada como requisito  
para optar el título profesional de:**

**INGENIERO ZOOTECNISTA**

**POR**

**BACH. YULIANA RUTH UGAZ GASTELO**

**Lambayeque — Perú**

**2017**

**"INFLUENCIA DEL CICLO LUNAR EN LA PRODUCCION DE GERMINADO  
HIDROPONICO DE MAIZ (*ZEА MAYS*) CON SOLUCION NUTRITIVA"**

**TESIS**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARA  
OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO ZOOTECNISTA**

**POR**

**BACH. YULIANA RUTH UGAZ GASTELO**

**Sustentada y aprobada  
ante el siguiente jurado**

---

**ING. CAROLINA B. AGUILAR PATILONGO  
PRESIDENTE**

---

**ING. RAFAEL ANTONIO GUERRERO DELGADO MSC.  
SECRETARIO**

---

**ING. BENITO BAUTISTA ESPINOZA  
VOCAL**

---

**ING. NAPOLEON CORRALES RODRIGUEZ DR.  
PATROCINADOR**

## **DEDICATORIA**

A Dios nuestro creador, por ser la fuente de motivación e inspiración quien, con su infinito amor y bondad, permitieron guiarme en el camino correcto hacia el logro de mis objetivos.

A mi querida mami Ruth Gastelo Saavedra y a mi mamá María Saavedra Chinchay quienes, con su amor, sacrificio, esfuerzo y sus palabras de aliento no me dejaron decaer para que siguiera adelante y siempre sea perseverante y cumpla mis ideales.

Para el desarrollo de mi tesis tuve que lidiar con toda clase de obstáculos y muchos de ellos los superé gracias a sus enseñanzas.

Los valores y aportes que han dado a mi vida son simplemente invaluables y eso nunca se me olvidará...

# **AGRADECIMIENTO**

## **A mi asesor:**

Ing. MSc. Napoleón Corrales Rodríguez, Dr. mi profesor y amigo de mi especial consideración por haberme dado la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimiento científico, así como también haberme proporcionado parte de su valioso tiempo para guiarme durante todo el desarrollo de mi tesis.

## **A mis colaboradores:**

Ing. Carolina Aguilar Patilongo, Ing. Rafael Guerrero Delgado, Ing. Benito Bautista Espinoza por su apoyo en la formulación y evaluación de mi trabajo.

## **A mi estimado amigo y compañero de clases:**

Ing. Iván Curay Veliz por su dedicación, paciencia y por todos sus consejos que me permitieron obtener resultados favorables.

A Jorge Lara Chumbe por su valioso tiempo y dedicación en la elaboración y conducción de mi trabajo de tesis, ya que con cada consejo y motivación me impulsaste para alcanzar el éxito diciéndome que lo lograría satisfactoriamente.

# ÍNDICE

Pág.

|  |    |
|--|----|
| I. INTRODUCCIÓN .....  | 4  |
| II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....  | 5  |
| 2.1. Cultivos hidropónicos: Generalidades, Técnicas de cultivo.....  | 5  |
| 2.2. Forrajes en cultivo hidropónico .....   | 3  |
| 2.3. Proceso de Producción de Forraje verde hidropónico.....   | 4  |
| 2.4. Ventajas de los cultivos hidropónicos.....  | 6  |
| 2.5. Desventajas de los cultivos hidropónicos .....  | 11 |
| 2.6. Densidades de siembra de semilla y relación de producción de FVH....  | 11 |
| 2.7. Fases del ciclo lunar.....  | 13 |
| 2.8. Nutrición mineral de los cultivos hidropónicos.....   | 16 |
| a. Solución hidropónica .....  | 16 |
| III. MATERIAL Y MÉTODOS.....   | 17 |
| 3.1. Lugar de Ejecución y Duración del Experimento.....  | 17 |
| 3.2. Tratamientos Evaluados.....   | 17 |
| 3.3. Material y Equipo Experimentales.....   | 17 |
| 3.3.1. Semilla de maíz.....  | 17 |
| 3.3.2. Solución hidropónica .....  | 18 |
| 3.3.3. Instalaciones y Equipo .....  | 18 |
| 3.4. Metodología Experimental.....   | 18 |
| 3.4.1. Diseño de Contrastación de las Hipótesis.....   | 18 |
| 3.4.2. Técnicas Experimentales .....   | 19 |
| 3.4.3. Variables Evaluadas.....  | 21 |
| 3.4.4. Análisis Estadístico .....  | 22 |
| IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....   | 23 |
| 4.1. Análisis de producción de Germinado Hidropónico de maíz (zea mays) por tratamiento. ....  | 23 |
| 4.1.1 Producción de Germinado Hidropónico por bandeja (TCO).....   | 23 |
| 4.1.2 Contenido de materia seca (MS), proteína cruda (PC), extracto etéreo (EE), fibra cruda (FC) y cenizas (CEN) de Germinado Hidropónico de maíz de cada tratamiento en base fresca y en base seca ..... | 23 |
| 4.1.3. Producción de Germinado Hidropónico por metro cuadrado (TCO). ....  | 24 |
| 4.1.4. Producción de materia seca (MS) de Germinado Hidropónico por metro cuadrado de cada tratamiento (kg).....   | 25 |
| 4.1.5. Producción de proteína cruda (PC) de Germinado Hidropónico por metro cuadrado en base seca (Kg).....  | 27 |
| 4.1.6. Producción de extracto etéreo (EE) de Germinado Hidropónico por metro cuadrado en base seca (Kg).....   | 28 |
| 4.1.7. Producción de fibra cruda (FC) de Germinado Hidropónico por metro cuadrado en base seca (Kg).....   | 30 |
| 4.1.8. Producción de cenizas (CEN) de Germinado Hidropónico por metro cuadrado en base seca (Kg).....  | 31 |
| 4.2 Productividad de Germinado Hidropónico de maíz (zea mays) por tratamiento .....  | 33 |
| 4.2.1. Rendimiento de Germinado Hidropónico por kg de semilla procesada en base fresca.....  | 33 |

|  |    |
|--|----|
| 4.2.2. Rendimiento de materia seca (MS) de Germinado Hidropónico por kg de semilla procesada.....                                | 35 |
| 4.3 Analisis economico de Germinado Hidropónico de maíz (zea mays) por tratamiento.....  | 37 |
| 4.3.1. Costo de producción de un kg de materia seca de GH de maíz por tratamiento (TCO).....                                     | 37 |
| 4.3.2. Mérito Económico .....  | 38 |
| V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....  | 40 |
| 5.1 Conclusiones.....  | 40 |
| 5.2Recomendaciones.....  | 40 |
| VI. RESUMEN.....   | 41 |
| VII. BIBLIOGRAFÍA CITADA.....  | 45 |
| VIII.ANEXOS.....   | 45 |
| 8.1 Rendimientos por tratamiento.....  | 45 |
| 8.2 Análisis de varianza .....   | 49 |
| 8.2.1 Rendimiento de Germinado Hidropónico por metro cuadrado.....   | 49 |
| 8.2.2 Rendimiento de materia seca (MS) de GH por metro cuadrado (TCO).....   | 49 |
| 8.2.3 Rendimiento de proteína cruda (PC) de GH por metro cuadrado en base seca.....  | 50 |
| 8.2.4 Rendimiento de extracto etéreo (EE) de GH por metro cuadrado en base seca.....   | 51 |
| 8.2.5 Rendimiento de fibra cruda (FC) de GH por metro cuadrado en base seca.....   | 51 |
| 8.2.6 Rendimiento de cenizas (CEN) de GH por metro cuadrado en base seca.....  | 52 |
| 8.2.7 Rendimiento de GH por kg de semilla procesada en base fresca.....  | 52 |
| 8.2.8 Rendimiento de Materia seca / Kg de semilla.....   | 53 |
| 8.3 Estructura de costos.....  | 54 |
| 8.3.1 Estructura de costos de producción de GH de maíz de los tratamientos: T1,T3,T5 y T7 (riego con solución hidropónica) ..... | 54 |
| 8.3.2 Estructura de costos de producción de GH de maíz de los tratamientos: T2, T4, T6 y T8 (riego con agua pura).....           | 55 |
| 8.4 Proceso de producción de Forraje Verde Hidropónico de maíz (zea mays).....   | 56 |

## ÍNDICE DE TABLAS

Pág.

|   |    |
|---|----|
| Tabla N°1. Gasto de agua para producción convencional de forraje condiciones de campo.....  | 7  |
| Tabla N°2. Valor nutritivo de forraje verde hidropónico (FVH) de maíz.....  | 8  |
| Tabla N°3. Composición química del forraje hidropónico de cebada ( <i>Hordeum vulgare</i> ).....  | 10 |
| Tabla N°4. Fórmula química de las soluciones hidropónicas A y B. ....   | 16 |
| Tabla N°5. Peso de Germinado Hidropónico de maíz por bandeja por tratamiento en base fresca (TCO) a los 15 días de edad (Kg).....                   | 23 |
| Tabla N°6. Contenido nutricional en base fresca (TCO) y base seca (BS) de Germinado Hidropónico de maíz por tratamiento (%).....                    | 24 |
| Tabla N°7. Producción de Germinado Hidropónico (TCO) de maíz por metro cuadrado de cada tratamiento (Kg). ....                                      | 25 |
| Tabla N°8. Producción de materia seca (MS) de Germinado Hidropónico de maíz por metro cuadrado de cada tratamiento (Kg).....                        | 26 |
| Tabla N°9. Producción de proteína cruda (PC) de Germinado Hidropónico en base seca (BS) por metro cuadrado de cada tratamiento (Kg).....            | 28 |
| Tabla N°10. Producción de extracto etéreo (EE) en base seca (BS) de Germinado Hidropónico de maíz por metro cuadrado de cada tratamiento (Kg). .... | 29 |
| Tabla N°11. Producción de fibra cruda (FC) en base seca (BS) de Germinado Hidropónico de maíz por metro cuadrado de cada tratamiento (Kg).....      | 31 |
| Tabla N°12. Producción de cenizas (CEN) en base seca (BS) de Germinado Hidropónico de maíz por metro cuadrado de cada tratamiento (Kg).....         | 33 |
| Tabla N°13. Rendimiento de Germinado Hidropónico por kilogramo de semilla procesada en base fresca (Kg). ....                                       | 35 |
| Tabla N°14. Rendimiento de materia seca (MS) por kilogramo de semilla procesada de todos los tratamientos (Kg).....                                 | 36 |
| Tabla N°15. Costo por kilogramo de GH de maíz.....  | 37 |
| Tabla N°16. Mérito económico (ME) de los tratamientos evaluados.....  | 38 |

## INTRODUCCIÓN

La producción convencional de Germinado Hidropónico ha seguido la tendencia de la agricultura moderna: desarrollarse al margen de la sabiduría ancestral como el uso del calendario lunar para obtener mejores resultados en sus cosechas, la cual pese a tener resultados favorables va siendo cada vez más desplazada por el avance de la ciencia y tecnología disponible para el agricultor moderno. Este avance ha desarrollado también la tecnología de soluciones nutritivas con macro y micro nutrientes para la planta permitiendo un mayor desarrollo y productividad. En este marco resulta importante averiguar si la interacción entre el ciclo lunar y presencia de soluciones hidropónicas el agua de riego influye en la producción y productividad de los cultivos hidropónicos ya que actualmente el uso de ambas tecnologías es limitado debido a que sólo se busca el volumen de producción por kilogramo de semilla procesada al menor costo utilizando agua pura aprovechando el potencial germinativo de cada semilla.

Considerando que cada tecnología se ha manejado de manera independiente y se carece de estudios previos que hayan relacionado ambas características en una misma producción de Germinado Hidropónico de maíz (*Zea mays*) en Lambayeque nos planteamos la siguiente pregunta. ¿Cuál es la mejor interacción entre fase lunar y el empleo de solución nutritiva en el rendimiento de Germinado Hidropónico de maíz (*Zea mays*) en Lambayeque?

Para responder a este interrogante se plantearon los siguientes objetivos:

- Determinar la interacción óptima entre fase lunar y calidad de agua con o sin solución hidropónica en el riego.
- Determinar el rendimiento nutricional de GH (kg/m<sup>2</sup>) de los tratamientos evaluados.
- Determinar la productividad de cada tratamiento (Kg GH/kg semilla y kg de MS/kg semilla).
- Determinar el costo de producción de los tratamientos evaluados.
- Revalorar la cultura ancestral de cultivos en función del ciclo lunar.



## **I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. Cultivos hidropónicos: Generalidades, Técnicas de cultivo**

Según el Manual técnico de forraje verde hidropónico de la FAO (2001), el forraje verde hidropónico (FVH) es una tecnología de producción de biomasa vegetal obtenido a partir del crecimiento inicial de las plantas en los estados de germinación y crecimiento temprano de plántulas a partir de semillas viables. El FVH es un forraje vivo, de alta digestibilidad, calidad nutricional y muy apta para la alimentación animal. En la práctica, el FVH consiste en la germinación de granos (semillas de cereales) y su posterior crecimiento bajo condiciones ambientales controladas (luz, temperatura y humedad) en ausencia del suelo. Usualmente se utilizan semillas de avena, cebada, maíz, trigo y sorgo.

ROJAS (1998) indica que en el proceso de germinación de una semilla se producen una serie de transformaciones cualitativas y cuantitativas muy importantes. El embrión de la futura planta despierta de su vida latente, provocando la ruptura de los tegumentos seminales y a partir de un almacén de energía, es capaz de transformarse en pocos días en una plántula con capacidad para captar la energía del sol (Fotosíntesis) y absorber elementos minerales de la solución nutritiva. Asimismo, indica que el germinador está constituido por la estructura de soporte, que comprende la estantería para soportar las bandejas en que se ha de cultivar el forraje y puede ser de madera, metal, P.V.C. La altura debe ser tal que ofrezca comodidad en diferentes labores de cultivo. Cada módulo tendrá pendientes longitudinales y transversales para permitir el drenaje de la solución nutritiva en todos los sentidos.

PICHILINGUE (1994), refiere que, para lograr una mayor germinación y crecimiento, la luz solar y la ventilación deben ser abundantes. Asimismo, las plantas deben ser protegidas contra el viento y las heladas, debe también conservarse una constante circulación de aire en la solución, para obtener buenos resultados. En el cultivo de la mayoría de las plantas, la temperatura de la solución debe fluctuar entre 18°C a 26°C y la del invernadero no debe ser mayor de 32°C manteniéndose una humedad relativa de 75%, aproximadamente.

TARRILLO (2005), recomienda utilizar semillas de cereales provenientes de lotes limpios de impurezas y que procedan de plantas que estén libres de plagas y enfermedades, no debiéndose utilizarse semillas tratadas con fungicidas o preservantes. La semilla debe ser entera, seca y tener por lo menos un 85% de poder germinativo. Para la semilla de cebada, se esperan rendimientos de 6 a 8 kilos de forraje hidropónico por cada kilo de semilla.

## **2.2. Forrajes en cultivo hidropónico**

VILLAREAL (2006), menciona que la semilla es el óvulo maduro y fertilizado contenido en el fruto. Se compone de las siguientes partes: Una cubierta o testa que protege las partes internas. El endospermo o tejido de reserva del alimento, que en muchas semillas rodea a los cotiledones y al embrión.

En algunas semillas, la reserva de energía en forma de alimento es almacenada en los cotiledones, que pueden funcionar como lugar de almacenamiento de reservas alimenticias, también conocidas como hojas cotiledonarias o embrionarias; y el embrión o planta en estado rudimentario, que se origina del desarrollo del ovulo fecundado.

RODRÍGUEZ (2002), indica que los granos de trigo, avena, cebada, sorgo, maíz y centeno son los más empleados para la producción de FVH, porque cumplen fundamentalmente con algunos requisitos que permiten una mayor producción libre de hongos, principal problema que enfrenta el productor que inicia con el sistema.

Menciona los siguientes requisitos para la producción de FVH:

- Seguridad de que el grano empleado no contenga agroquímicos tóxicos y de acción residual, ya que el tiempo de producción es corto y puede ocasionar problemas en los animales que se alimenten con el producto.
- Que el porcentaje de germinación del grano sea alto: 90% mínimo.
- Que el grano no se encuentre dañado o roto, porque suelta almidón, y con ello la propagación de enfermedades se presenta fácilmente.

### 2.3. Proceso de Producción de Forraje verde hidropónico

TARRILLO (2005), indica lo siguientes para la producción de Forraje Hidropónico:

- **Área de tratamiento de semilla:** En este lugar se inicia el proceso de producción e implica labores de lavado, desinfección, remojo y oreo de la semilla.
- **Área de germinación:** Culminado el oreo de la semilla y cuando está en su “Punto de Germinación” se realiza la siembra en bandejas plásticas o de fibra de vidrio, no se recomienda utilizar bandejas de madera o metálicas. Las bandejas deberán tener orificios a los lados para permitir el drenaje del agua, son colocadas en estantes de germinación y cubiertas en su totalidad por plástico negro, para que haya oscuridad interior y también para evitar pérdida de la humedad. En estos estantes de germinación se recomienda regar mediante nebulización o micro aspersión de 3 a 4 veces al día, en esta área estarán de 4 a 6 días para luego ser trasladados al área de producción.
- **Área de producción:** Las bandejas provenientes del área de germinación se colocan en estantes de producción, donde culminaran su desarrollo en 6 a 8 días más. Este riego demora solo unos minutos y se realiza uno a dos veces al día, dependiendo de las condiciones climáticas. El mismo autor indica el siguiente proceso de producción de forraje hidropónico:

- **Selección de semilla:** Se recomienda utilizar semillas de cereales provenientes de lotes libres de impurezas y que procedan de plantas que estén libres de plagas y enfermedades, no debiéndose utilizar semillas tratadas con fungicidas o perseverantes. Además, las semillas tienen que ser idóneas, debe ser entera y seca y tener por lo menos un 85% de poder germinativo.
- **Lavado:** Las semillas son lavadas con el objetivo de eliminar el polvo que contienen, ya que en ella se encuentran una gran cantidad de microorganismos, este lavado se realiza sumergiéndolas en agua las semillas agitándolas por unos segundos y eliminando el agua sucia. Este

procedimiento se hace repitiendo unas tres veces, dependiendo del grado de suciedad de estas.

- **Desinfección:** Las semillas son desinfectadas con el objeto de eliminar microorganismos de la putrefacción y esporas de hongos. Este proceso se realiza sumergiendo las semillas en una solución de agua con lejía (hipoclorito de sodio) al 1%, (10/ml. de lejía por cada litro de agua) por espacio de 30 minutos a 2 horas, dependiendo del grado de contaminación de la semilla.
- **Remojo:** Las semillas son puestas en remojo con agua por un espacio de 24 horas, con el objetivo de activar la vida latente del grano e iniciar su actividad enzimática; además de ablandar la cutícula que recubre al grano y facilitar la salida de la raíz.
- **Oreo:** Terminado el proceso de remojo, las semillas son enjuagadas con agua y puestas en un deposito que presenta orificios en la parte inferior, que permite el drenaje del agua, además el deposito será tapado para evitar la pérdida de humedad. En esta etapa las semillas no son regadas y permanecerán por espacio de uno a dos días hasta la aparición del punto de brote de la semilla.
- **Germinación:** Esta etapa se inicia con la siembra de las semillas en la bandeja, a una densidad de 5 a 8 kilos de semilla por metro cuadrado de bandeja, es decir una altura de cama de semillas de 1 cm. a 2.5 cm. Son regadas de tres a cuatro días bajo penumbra. En este periodo se produce una serie de transformaciones químicas y enzimáticas que experimenta la semilla en determinadas condiciones de humedad (70% a 85%) y temperatura de (18° a 25°C). Esta etapa dura de cuatro a seis días.
- **Producción:** En esta etapa existe una mayor iluminación, además el FH es regado una a dos veces al día. El periodo de crecimiento de este dura entre seis a ocho días alcanzando una altura promedio de 20 a 30 cm., el cual dependerá de las condiciones ambientales como: temperatura, humedad, ventilación, frecuencia de riego e iluminación.

- **Cosecha:** Finalmente se realiza cosecha, desmenuzando el FH en forma manual o mecánica, para un mejor suministro a los animales.

SIAN (2011), indica que el verdadero valor de una semilla depende de una serie de factores sin los cuales no es posible obtener los verdaderos rendimientos que se requiere para el progreso agrícola e Indica que son tres los factores que influyen sobre el valor de las semillas:

- 1º. Poder germinativo. - Llamado también coeficiente de germinación. La fórmula para calcularla es:  $((N^{\circ} \text{ de semillas germinadas} / \text{Cantidad semillas sembradas}) \times 100)$ . Una semilla cuyo poder germinativo sea menor de 70% no es aconsejable para sembrarla.
- 2º. Coeficiente de pureza. - Es un factor importante y fácil de determinar con la siguiente fórmula:  $100 - ((\text{Peso de las impurezas} / \text{Peso inicial total de semilla evaluada}) \times 100)$ .
- 3º. Valor cultural. - se calcula con la siguiente fórmula:  $(\text{Coeficiente de pureza} \times \text{coeficiente de germinación}) / 100$ . La mayor cifra que se puede obtener es de 100 y tanto mejor será la semilla cuanto más se acerque a dicho número.

## 2.4. Ventajas de los cultivos hidropónicos

LEES (1983), citado por PÉREZ (1994), considera que la producción de forraje hidropónico es ventajosa debido a que crece en bandejas sin necesidad suelo. Así, si los animales se alimentan con ese producto todo el año no hay contaminación de parásitos y se obtienen grandes ahorros en vermífugos, la producción se controla de cerca y sus ciclos tienen lugar rápidamente en condiciones ideales, por eso el forraje resultante ofrece un análisis uniforme, que facilita la preparación de las raciones.

DURANY (1982), Adiciona las siguientes condiciones ventajosas:

- Producción con características cualitativas superiores.
- Mayor precocidad de producción.

- Mejor control de las condiciones fitosanitarias del cultivo dado que antes del trasplante o de la siembra este puede ser completamente esterilizado con compuestos químicos que no se pueden emplear en absoluto en el terreno.
- Mayor producción unitaria respecto a la obtenible con el cultivo normal.
- Posibilidad de cultivar repetida e ininterrumpidamente una misma especie sin recurrir a la alternancia, y sin que se verifique fenómenos de cansancio o agotamiento.
- Menor empleo de mano de obra.
- Reducción del consumo de agua.

El Manual técnico de forraje verde hidropónico de la FAO, (2001), refiere las siguientes ventajas:

- **Ahorro de agua.** En el sistema de producción de FVH las pérdidas de agua por evapotranspiración, escurrimiento superficial e infiltración son mínimas al comparar con las condiciones de producción convencional en especies forrajeras, cuyas eficiencias varían entre 270 a 635 litros de agua por kg de materia seca (Tabla N°1) Alternativamente, la producción de 1 kilo de FVH requiere de 2 a 3 litros de agua con un porcentaje de materia seca que oscila, dependiendo de la especie forrajera, entre un 12% a 18%. Esto se traduce en un consumo total de 15 a 20 litros de agua por kilogramo de materia seca obtenida en 14 días.

**Tabla N° 1.** Gasto de agua para producción convencional de forraje en condiciones de campo

| <b>Especie</b> | <b>Litros de agua/kg materia seca<br/>(promedio de 5 años)</b> |
|----------------|--|
| Avena          | 635  |
| Cebada         | 521  |
| Trigo          | 505  |
| Maíz           | 372  |
| Sorgo          | 271  |

Fuente: Carámbula y Terra (2000).

Esta alta eficiencia del FVH en el ahorro de agua explica por qué el principal desarrollo de la hidroponía se haya observado y se observe generalmente en

países con eco-zonas desérticas, a la vez que vuelve atractiva la alternativa de producción de FVH por parte de pequeños productores que son afectados por pronunciadas sequías.

- **Eficiencia en el uso del espacio.** El sistema de producción de FVH puede ser instalado en forma modular en la dimensión vertical lo que optimiza el uso del espacio útil.
- **Eficiencia en el tiempo de producción.** La producción de FVH apto para alimentación animal tiene un ciclo de 10 a 12 días. En ciertos casos, por estrategia de manejo interno de los establecimientos, la cosecha se realiza a los 14 o 15 días, a pesar que el óptimo definido por varios estudios científicos, no puede extenderse más allá del día 12. Aproximadamente a partir de ese día se inicia un marcado descenso en el valor nutricional del FVH.
- **Calidad del forraje para los animales.** El FVH es un succulento forraje verde de aproximadamente 20 a 30 cm de altura (dependiendo del período de crecimiento) y de plena aptitud comestible para nuestros animales. Su alto valor nutritivo lo obtiene debido a la germinación de los granos. En general el grano contiene una energía digestible algo superior (3.300 kcal/kg) que el FVH (3.200 kcal/kg). Sin embargo, los valores reportados de energía digestible en FVH son ampliamente variables. En el caso particular de la cebada (Tabla N° 2) el FVH se aproxima a los valores encontrados para el concentrado especialmente por su alto valor energético y apropiado nivel de digestibilidad.

**Tabla N° 2.** Valor nutritivo del forraje verde hidropónico (FVH) de maíz en la tabla 2.

| Parámetro (B.S)    | FVH (MAIZ) |
|--------------------|------------|
| Energía (NDT %)    | 75         |
| Proteína Cruda (%) | 19.4       |
| Digestibilidad (%) | 90         |
| Grasa (%)          | 3.15       |

Fuente: Garza. 2014

- **Costos de producción.** Investigaciones recientes sostienen que la rentabilidad de la producción del FVH es lo suficientemente aceptable como para mejorar las condiciones de calidad de vida del productor con su familia, favoreciendo de este modo su desarrollo e inserción social, a la vez de ir logrando una paulatina reconversión económica – productiva del predio.
- **Diversificación e intensificación de las actividades productivas.** El uso del FVH posibilita intensificar y diversificar el uso de la tierra. Productores en Chile han estimado que 170 metros cuadrados de instalaciones con bandejas modulares en 4 pisos para FVH de avena, equivalen a la producción convencional de 5 Has. de avena de corte que pueden ser destinadas a la producción alternativa en otros rubros o para rotación de largo plazo y dentro de programas de intensificación sostenible de la agricultura. De igual forma, el sistema FVH posibilita regularizar la entrega de forraje a los animales. El FVH no intenta competir con los sistemas tradicionales de producción de pasturas, pero sí complementarla especialmente durante períodos de déficit.
- **Alianzas y enfoque comercial.** El FVH ha demostrado ser una alternativa aceptable comercialmente considerando tanto la inversión como la disponibilidad actual de tecnología. El sistema puede ser puesto a funcionar en pocos días sin costos de iniciación para proveer en forma urgente complemento nutricional. También permite la colocación en el mercado de insumos (forraje) que posibilitan generar alianzas o convenios estratégicos con otras empresas afines al ramo de la producción de forraje.  
TARRILLO (2005), refiere que el forraje hidropónico presenta ventajas en los siguientes aspectos:
  - a) Es un sistema nuevo para producir forrajes: conocemos tradicionalmente dos sistemas para la producción de forraje: extensiva e intensiva. La producción de forraje hidropónico es una técnica totalmente distinta.
- **Producción de Forraje Hidropónico bajo Invernadero:** Esta producción se realiza dentro de invernaderos, lo que nos permite una producción de forraje bajo cualquier condición climática y constante durante todo el año. Los requerimientos de área, agua y energía son mínimos.



- Requiere poca Agua: En el sistema de producción de forraje hidropónico se utiliza agua recirculada, un invernadero de 480 bandejas requiere de 1000 litros de agua al día (para riego, lavado, desinfección de semilla, etc.) pero en un módulo que produce 500 kg de forraje/día. Requeriría un aproximado de dos litros de agua por cada kilo de forraje producido.
  - La Producción es constante todo el año: El Sistema de producción es continuo, es decir todos los días se siembran y cosechan igual número de bandejas.
- b) Desde un Punto de Vista Nutricional: El forraje Hidropónico al alcanzar una altura de 20 a 30 cm. es cosechado y suministrado con la totalidad de la planta, es decir, raíz, restos de semilla, tallos y hojas constituyendo una completa fórmula de proteína, energía, minerales y vitaminas altamente asimilables. La composición química se aprecia en la siguiente tabla:

**Tabla N° 3.** Composición Química del Forraje Hidropónico de Cebada (*Hordeum vulgare*)

| <b>Análisis</b> | <b>Raíces</b> | <b>Tallos</b> | <b>Hojas</b> | <b>Total</b> |
|-----------------|---------------|---------------|--------------|--------------|
| Proteína        | 12.19         | 27.18         | 35.28        | 16.02        |
| Grasa           | 5.68          | 4.55          | 3.76         | 5.37         |
| Fibra cruda     | 10.29         | 26.32         | 21.5         | 12.94        |
| ELN             | 69.28         | 36.78         | 34.66        | 62.63        |
| Ceniza          | 2.56          | 5.17          | 4.8          | 3.03         |
| N.D.T           | 84.03         | 61.29         | 76.26        | 80.91        |

FUENTE: Laboratorio de evaluación nutricional de alimentos UNALM

- c) Las mejoras que obtenemos con el uso de forraje hidropónico en la alimentación animal se dan en: ganancia de peso, mejor conversión alimenticia, producción de leche, mayor contenido de grasa y sólidos totales en la leche.
- d) Reducción de Costos de Alimentación y de Inversiones: Muchos de los ganaderos en el Perú, que presentan reducido piso forrajero o aun peor no disponen de terreno agrícola, como se da en el caso de criadores de cuyes, se ven obligados a comprar forraje la cual es cada vez una oferta más reducida. El costo del FVH es inferior a un forraje comprado.

ALIAGA, et Al (2009), indican que, en el proceso de germinación, las enzimas se movilizan e invaden el interior de las semillas, por lo que ocurre una disolución de paredes celulares por la acción de aquellas. Posteriormente, se liberarán granos de almidón, los cuales son transformados en azúcares y así se empieza dicho proceso.

El rendimiento del grano germinado es de cinco a seis veces el peso de la semilla en un proceso de producción que dura 15 días en condiciones adecuadas de temperatura y humedad relativa, densidad y buena calidad de semillas. Los granos más utilizados en la producción de grano germinado son trigo, cebada, maíz, avena, etc.

## **2.5. Desventajas de los cultivos hidropónicos**

La FAO (2001), en su manual técnico de forraje verde hidropónico, cita a MARULANDA e IZQUIERDO (1993), quienes indican que hay una desinformación y sobrevaloración de la tecnología. Proyectos de FVH preconcebidos como “llave en mano” son vendidos a productores sin conocer exactamente las exigencias del sistema, la especie forrajera y sus variedades, su comportamiento productivo, plagas, enfermedades, requerimientos de nutrientes y de agua, óptimas condiciones de luz, temperatura, humedad ambiente, y niveles óptimos de concentración de CO<sub>2</sub>. Innumerables de estos proyectos han sufrido significativos fracasos por no haberse accedido a una capacitación previa que permita un correcto manejo del sistema. Asimismo, el Germinado Hidropónico es una actividad continua y exigente en cuidados lo que implica un compromiso concreto del productor. La falta de conocimientos e información simple y directa, se transforma en desventaja, al igual que en el caso de la tecnología de hidroponía familiar.

## **1.6. Densidades de siembra de semilla y relación de producción de FVH**

Según la FAO (2001), la densidad de siembra debe ser de 2,4 a 3,4 kilos de semillas por metro cuadrado, recordando que debe no superar 1,5 centímetros de altura en la bandeja; realizando una cosecha entre los 10 a 15 días post siembra con un rendimiento de 12 a 18 kilos de forraje por kilo de semilla.

CORRALES (2012), indica que los términos utilizados para referirse a la semilla sembrada en el proceso de producción de Germinado Hidropónico inducen a confusión porque se manejan dos pesos de la semilla durante el proceso:

El primer peso se calcula con la semilla seca en función de la densidad de siembra a utilizar y el segundo peso se realiza con la semilla hidratada (oreada) para distribuirla homogéneamente en las bandejas, llamando a este procedimiento “siembra en bandejas” y muchos confunden este término cuando nos queremos referir al peso inicial por lo que propone llamar peso de semilla “procesada” a la cantidad de semilla que inicia todo el proceso de producción.

HERNÁNDEZ (2013), determinó la densidad óptima de siembra para germinado hidropónico (GH) de maíz amarillo duro (*Zea mays*) evaluando cuatro niveles de siembra en Lambayeque: 2, 3, 4 y 5 Kg/m<sup>2</sup> durante 15 días y el mejor comportamiento lo obtuvo con 2 Kg/m<sup>2</sup>, logrando un rendimiento de 5,71 kg de GH/kilogramo de semilla procesada, con la siguiente composición química: PC 11.25 por ciento, FC 7.95 por ciento, EE 3.58 por ciento y CEN 1.02 por ciento, presentando rendimientos por metro cuadrado de 1,77 kg de MS en base fresca y en base seca: 0,199 kg de proteína cruda, 0.06 kg de extracto etéreo, 0.02 kg de cenizas y 0,14 kg de fibra cruda por metro cuadrado.

SINCHIGUANO (2008), en Ecuador, evaluó la productividad medida en rendimiento de kg de MS de FVH por kg de semilla en cinco especies de semilla obteniendo: 1.7 kg para avena, 1.7 kg para cebada, 1.2 kg para trigo y 1.3 kg para vicia, todas con 15 días de periodo de producción y 1.0 kg de MS para maíz con 17 días de periodo de producción.

## 2.7. Fases del ciclo lunar:

CALENDARIO 365 (2013), indicó que el 5 de setiembre sería luna nueva, el 12 de setiembre cuarto creciente, el 19 de setiembre luna llena y el 27 de setiembre cuarto menguante.

CALZODIACAL (2013), describe las fases lunares como la interacción entre los movimientos del sol, la luna y la tierra y manifiesta que en un año la luna realiza trece recorridos en torno a la tierra, es decir trece lunaciones. Cada lunación tiene una duración de 29 días aproximadamente y está dividida en cuatro etapas llamadas fases o cuartos de luna.

El ciclo lunar se inicia con la Luna Nueva (cuando la superficie de la Luna no refleja los rayos del Sol), pasando por el cuarto creciente, para llegar a la Luna Llena (cuando se ve iluminada en su totalidad), luego Cuarto Menguante hasta regresar a la Luna Nueva.

Luna nueva o primer cuarto: Se da cuando el sol y la luna se encuentran en conjunción. La Luna no es visible porque se eleva en el horizonte junto con el Sol y es cuando debemos aprovechar el ambiente de la naturaleza que en este ciclo es de fertilidad. En esta etapa los fluidos están en su más bajo nivel, por eso se relaciona con la tierra húmeda, propicia para la siembra, porque en un perfecto equilibrio de los elementos de la creación la tierra proporciona a la semilla lo mejor en el cultivo agrícola.

Luna creciente o segundo cuarto: Se da cuando el sol y la luna se encuentran en un ángulo de 90 grados y vemos "la media luna", como una "D", porque el Sol ilumina sólo la mitad de la cara de la Luna, ésta se eleva hacia el mediodía y se oculta hacia la medianoche. En esta etapa los fluidos ascienden generando el crecimiento de lo que encuentran a su paso, siendo un periodo adecuado para el desarrollo de lo iniciado en la fase anterior.

Luna llena o tercer cuarto: Se da cuando el sol y la luna se encuentran en oposición, es decir guardan una distancia de 180 grados, el Sol ilumina de frente toda la cara de la luna por eso la vemos "llena", redonda. La Luna aparece al anochecer y se eleva paulatinamente a lo largo de la noche.

Este es un periodo de culminación y de recolección, es en este ciclo cuando vemos el resultado de lo que sembramos.

Luna menguante o cuarto oscuro: Es cuando el Sol y la Luna se encuentra nuevamente en un ángulo de 90 grados, esta vez la mitad de la cara de la Luna se ve iluminada formando una "C". La luna se eleva hacia la media noche y alcanza su posición más alta justo al amanecer.

Este es un periodo de descanso, de preparación para volver a sembrar.

RESTREPO (2005), indica que la fuerza de atracción de la Luna, más la del Sol, sobre la superficie de la Tierra en determinados momentos ejercen una elevada atracción sobre todo líquido de la superficie terrestre, con amplitudes muy diversas según sea la naturaleza, el estado físico y la plasticidad de la sustancia sobre las que actúan estas fuerzas. Así en determinadas posiciones de la luna el agua de los océanos asciende hasta alcanzar una altura máxima, para descender a continuación hasta un nivel mínimo, manteniéndose regular y sucesivamente esta oscilación.

El influjo lunar beneficia el desarrollo y el crecimiento de forma muy acusada en muchas plantas, entre las cuales se destacan las trepadoras, buganvillas o veraneras, rosales, leguminosas, glicinas, etc. Por otro lado, también se ha comprobado que en algunos vegetales la floración sigue el ritmo del flujo y el reflujo de las mareas y ciertos árboles que se cultivan para la obtención de jugos azucarados también siguen el ritmo de las mismas, siendo abundante mientras se produce el flujo y haciéndose más escaso en el reflujo de la marea.

Otras investigaciones sobre la influencia de la luminosidad lunar en las plantas estiman que, por lo menos en un 50%, la luz lunar tiene influencia sobre la maduración de muchos granos y una gran parte de frutos. Al mismo tiempo se relaciona la influencia de la luna con la actividad de la formación y calidad de los azúcares en los vegetales.

INFOJARDIN (2013), manifiesta que las fases del ciclo lunar están relacionadas con el devenir de numerosos procesos que suceden en la naturaleza y recomienda lo siguiente:

Luna nueva: en esta fase se debe eliminar las malas hierbas, quitar las hojas marchitas, aplicar fertilizante a las plantas de hoja verde. No se debe regar las plantas de interior. Resulta favorable para abonar y arar el suelo. Es una fase óptima para la siembra de césped si se acompaña de tiempo lluvioso.

Los árboles de hoja redonda, se plantan en Luna Nueva y los de hoja larga, en Menguante. Y lo mismo en cuanto a su poda.

Cuarto Creciente: Es la fase más propicia para cultivar los terrenos arenosos, limpiar las hojas, podar, abonar y plantar cualquier variedad de planta de flor. Las plantas abonadas y cuidadas en esta etapa crecen más rápidamente y es poco recomendable regar las plantas de flor durante esta fase.

Cuarto Menguante: En esta fase se recomienda quitar las hojas marchitas, regar por abajo la planta de flor y pulverizar la planta de hoja verde. Es la mejor fase para realizar trasplantes, acabar con los insectos y malas hierbas y esparcir estiércol. Todas las verduras que crecen bajo tierra se tienen que sembrar en menguante. Maíz, tomate, alubia, en luna nueva.

Luna Llena: Esta fase invita a la recolección. También es un buen momento para fertilizar las plantas y regar, así como para trasplantar las plantas de interior.

QUIÑONEZ (2014), al evaluar la influencia del ciclo lunar en la producción de germinado hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare*) en Lambayeque determinó que la mejor etapa es luna llena donde la producción obtenida por metro cuadrado fue 0,30 kg de proteína cruda; 0,08 kg de extracto etéreo; 0,104 kg de cenizas y presentó un nivel de 0,30 kg de fibra cruda por metro cuadrado. El rendimiento de germinado hidropónico en base fresca por kg de semilla procesada fue de 7.13 kg y en términos de materia seca fue de 0.78 kg de materia seca por kg de semilla procesada.

## 2.8. Nutrición mineral de los cultivos hidropónicos:

### a. Solución hidropónica.

REGALADO (2009), menciona que la solución hidropónica debe utilizarse para riego a partir del día 4 hasta el día 8, post siembra en bandejas, utilizando solo dosis media recomendada de las soluciones nutritivas A y B, equivalente a 1ml de solución A y 0.5 ml de solución B en un litro de agua. La solución nutritiva es preparada de forma muy sencilla. Existen infinidad de fórmulas que alimentan las plantas. Hay fórmulas generales que son aptas para más de un tipo de plantas y las estáticas que son solo para un tipo de planta. La fórmula comercial está compuesta según la tabla 4:

**Tabla 4.** Formula química de las soluciones hidropónicas A y B.

| <b>Solución Concentrada A:<br/>(para 5.0 litros de agua, volumen final)</b> | <b>Pesos</b> |
|---|--------------|
| Nitrato de potasio  | 550.0g       |
| Nitrato de amonio   | 350.0g       |
| Superfosfato triple   | 180.0g       |
| <b>Solución Concentrada B:<br/>(para 2.0 litros de agua, volumen final)</b> | <b>Pesos</b> |
| Sulfato de magnesio   | 220.0g       |
| Quelato de hierro 6 % Fe  | 17.0g        |
| Solución de Micronutrientes   | 400 ml       |

Fuente: Dr. Francisco Regalado Díaz

### **III. MATERIAL Y MÉTODOS**

#### **3.1. Lugar de Ejecución y Duración del Experimento**

La fase de campo para producir Germinado Hidropónico se realizó en el centro poblado Nuevo Mocce de la provincia de Lambayeque desde el 13 de mayo del 2016 hasta el 20 de junio del mismo año, y los análisis de composición química se llevaron a cabo en el laboratorio de Nutrición animal de la Facultad de ingeniería Zootecnia UNPRG.

#### **3.2. Tratamientos Evaluados**

Se establecieron 8 tratamientos producto de la interacción de los niveles de los factores evaluados: 4 fases lunares (cuarto creciente, luna llena, cuarto menguante y luna nueva) y 2 calidades de agua de riego (agua con solución hidropónica A y B y agua pura)

T1: producción de GH de maíz con solución hidropónica en cuarto creciente.

T2: producción de GH de maíz con agua pura en cuarto creciente

T3: producción de GH de maíz con solución hidropónica en luna llena.

T4: producción de GH de maíz con agua pura en luna llena.

T5: producción de GH de maíz con solución hidropónica en cuarto menguante.

T6: producción de GH de maíz con agua pura en cuarto menguante.

T7: producción de GH de maíz con solución hidropónica en luna nueva.

T8: producción de GH de maíz con agua pura en luna nueva.

A cada tratamiento se le asignó 10 bandejas (repeticiones).

#### **3.3. Material y Equipo Experimentales**

##### **3.3.1. Semilla de maíz**

El maíz se adquirió en el mercado Modelo de Lambayeque del Distrito de Lambayeque Provincia de Lambayeque, previo muestreo en cuatro locales comerciales ubicados en la Av. Monsalve Baca y se adquirió semilla con 97.62% de pureza física, 91% de poder germinativo que arrojó un valor cultural de 88.83%.



### **3.3.2. Solución Hidropónica**

Se empleó solución hidropónica A y B en dosis recomendada por Regalado (2009), en cantidad de 1 ml de la solución A y 0.5 ml de la solución B por cada litro de agua a partir del día 4 hasta el día 8, post siembra.

### **3.3.3. Instalaciones y Equipo**

El estudio se realizó en dos torres de producción hidropónica, las cuales contaban con el equipo y material necesario para el proceso productivo de forraje hidropónico.

Para el ensayo se necesitó lo siguiente:

- 35 Kg. de semilla de maíz (*zea mays*).
- 80 bandejas plásticas para hidroponía de 0.175 m<sup>2</sup> de área (0.35m x 0.50m)
- 02 baldes de 20 litros para lavado y remojo de semilla.
- 02 baldes de 20 litros para oreo de semilla.
- hipoclorito de sodio al 1% para desinfección
- Agua potable permanente.
- Equipo de riego.
- 1 balanza de precisión con capacidad de 20 kg y aproximación de 50 gramos.

## **3.4. Metodología Experimental**

### **3.4.1. Diseño de Contrastación de las Hipótesis**

Se hizo el siguiente planteamiento estadístico de hipótesis:

Ho: No existe diferencia entre tratamientos

Ha: Si existe diferencia entre tratamientos

Para tomar la decisión de rechazar una de las hipótesis se utilizó un Diseño Completamente al Azar con arreglo factorial 4 x 2 con igual número de repeticiones (10 por tratamiento), cuyo modelo estadístico es:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

$Y_{ijk}$  = Observación k-ésima del i-ésimo nivel del factor fase lunar y j-ésimo nivel del factor tipo de agua de riego.

$\mu$  = media teórica de la población.

$\alpha_i$  = Efecto de la fase lunar, donde  $i = (1, 2, 3, 4)$ .

$\beta_j$  = Efecto del tipo de agua de riego, donde  $j = (1, 2)$ .

$\alpha\beta_{ij}$  = Efecto de interacción fase lunar con el tipo de agua de riego j.

$\epsilon_{ijk}$  = Efecto del error experimental con media cero y varianza común.

### 3.4.2. Técnicas Experimentales

#### Sistema de cultivo hidropónico

Se emplearon 80 bandejas para realizar el cultivo, asignando diez bandejas a cada tratamiento. A continuación, se detalla el proceso utilizado para la obtención del Germinado Hidropónico en las diferentes fases de la luna.

- Área de Pre germinación:
  - Limpieza de impurezas de la semilla adquirida en el mercado Modelo de Lambayeque del distrito de Lambayeque, provincia de Lambayeque.  
Para la asignación de semilla “limpia” por bandeja y por tratamiento:
  - Se calculó el área de bandeja:  $0.35\text{m} \times 0.50\text{m} = 0.175\text{m}^2$ .
  - Se calculó, para cada tratamiento, la cantidad de semilla seca “limpia” por bandeja dando como resultado 0.35 kg/bandeja y se multiplicó por 10 (cantidad de repeticiones) obteniendo 3.5 Kg. de semilla por tratamiento y al multiplicar por 8 (número de tratamientos) se obtuvo un total de 28 Kg de semilla limpia para todo el estudio. Para garantizar esta cantidad se compró 35 kg de semilla sin escoger.
  - Para iniciar el proceso de producción se respetó la fecha de inicio de cada fase lunar y en cada una de estas se procesaron dos tratamientos:

Fase de cuarto creciente (13/05/16). Inicio de los tratamientos T1 y T2.

Fase de luna llena (20/05/16). Inicio de los tratamientos T3 y T4.

Fase de cuarto menguante (29/05/16). Inicio de los tratamientos T5 y T6.

Fase de luna nueva (05/06/16). Inicio de los tratamientos T7 y T8

La metodología utilizada para procesar dos tratamientos por fase lunar fue la siguiente:

- Pesado de 7 kg. de semilla “limpia” previamente escogida considerando 3.5 kg por tratamiento
- Lavado de semilla con agua pura (3 veces) para eliminar polvo y otras impurezas.
- Desinfección de semilla con hipoclorito de sodio disuelto en agua con una concentración de 1/1000 durante 2 horas.
- Segundo lavado para eliminar el hipoclorito de sodio de la semilla.
- Remojo por veinticuatro horas.
- Oreado en balde perforado en la base, debidamente tapado durante 48 horas (dos días).

### **Etapas de Germinación:**

Para realizar la siembra en bandejas de cada tratamiento se procedió de la siguiente manera:

Después del oreo, se pesó el total de semilla húmeda y se dividió entre 20 (10 bandejas por tratamiento) para realizar una distribución homogénea en cada bandeja. Luego de sembrar las semillas en bandejas, se trasladaron a las cámaras de germinación provistas de manta oscura donde permanecieron por un periodo de 5 días hasta cumplir 8 días de edad.

Los días 4 y 5 post siembras en bandejas se regaron con agua con solución hidropónica las bandejas de los tratamientos T1 en cuarto creciente, T3 en luna llena, T5 en cuarto menguante y T7 en luna nueva. Las bandejas de T2, T4, T6 y T8 se regaron con agua pura. El

programa de riegos utilizado fue tres veces al día: 7:00 am; 12:00 m y 6:00 pm, con ayuda de un aspersor manual.

#### **Etapas de Producción:**

El 6 post siembra (8 días de edad) se retiró la manta negra dejando al descubierto las bandejas de cada tratamiento para iniciar la etapa de producción donde permanecieron hasta los 15 días de edad. En este periodo durante los días 6 y 7 post siembra en bandejas se continuó regando los tratamientos con agua con solución hidropónica y a partir del 8vo día hasta la cosecha todos los tratamientos se regaron con agua pura continuando con el programa de riego diario pre establecido.

#### **Cosecha**

A los 15 días de edad se procedió a cosechar el forraje hidropónico de los tratamientos estudiados. Las labores consistieron en pesar el GH de la cada bandeja de cada tratamiento con el registro respectivo. De cada bandeja se tomaron 5 muestras completando 50 muestras que fueron mezcladas en un balde y luego se extrajo 1 kg de muestra compuesta de cada tratamiento para el análisis de composición química en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Ingeniería Zootecnia UNPRG.

#### **3.4.3. Variables Evaluadas**

La información obtenida permitió generar y evaluar las siguientes variables:

- Producción de Germinado Hidropónico por metro cuadrado (TCO).
- Producción de Materia Seca de Germinado Hidropónico por metro cuadrado (MS).
- Producción de proteína, extracto etéreo, ceniza y fibra cruda por metro cuadrado en base seca.
- Rendimiento de Germinado Hidropónico por kg de semilla procesada (TCO).

- Rendimiento de Materia Seca por kg de semilla procesada (TCO).

#### **3.4.4. Análisis Estadístico**

Se utilizó un diseño completo al azar con arreglo factorial 4 x 2 para estudiar la interacción entre el factor ciclo lunar con 4 fases y el factor tipo de agua de riego con dos niveles, obteniéndose 8 tratamientos con 10 repeticiones cada uno.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Análisis de producción de Germinado Hidropónico de maíz (*Zea mays*) por tratamiento

#### 4.1.1 Producción de Germinado Hidropónico por bandeja (TCO)

En la tabla 5 se presenta la producción en biomasa verde de Germinado Hidropónico de maíz por bandeja de cada tratamiento cosechado a los 15 días de edad.

**Tabla 5.** Peso de Germinado Hidropónico de maíz por bandeja por tratamiento en base fresca (TCO) a los 15 días de edad (Kg)

| Bandeja           | Cuarto creciente |       | Luna llena |       | Cuarto menguante |       | Luna nueva |       |
|-------------------|------------------|-------|------------|-------|------------------|-------|------------|-------|
|                   | T1               | T2    | T3         | T4    | T5               | T6    | T7         | T8    |
| B1                | 1,87             | 1,85  | 1,47       | 1,43  | 1,72             | 1,63  | 1,91       | 1,52  |
| B2                | 1,84             | 1,95  | 1,53       | 1,40  | 1,71             | 1,62  | 1,51       | 1,79  |
| B3                | 1,77             | 1,83  | 1,68       | 1,41  | 1,75             | 1,62  | 1,55       | 1,64  |
| B4                | 1,74             | 1,68  | 1,54       | 1,39  | 1,68             | 1,53  | 1,60       | 1,77  |
| B5                | 1,73             | 2,12  | 1,57       | 1,43  | 1,70             | 1,65  | 1,57       | 1,91  |
| B6                | 1,87             | 1,54  | 1,72       | 1,31  | 1,73             | 1,55  | 1,68       | 1,63  |
| B7                | 1,97             | 1,13  | 1,53       | 1,47  | 1,54             | 1,61  | 1,67       | 1,90  |
| B8                | 1,72             | 2,20  | 1,47       | 1,52  | 1,55             | 1,49  | 1,82       | 1,53  |
| B9                | 1,95             | 2,03  | 1,38       | 1,41  | 1,68             | 1,59  | 1,65       | 1,62  |
| B10               | 1,95             | 2,03  | 1,55       | 1,40  | 1,66             | 1,51  | 1,61       | 1,61  |
| Total/tratamiento | 18,39            | 18,34 | 15,41      | 14,15 | 16,69            | 15,77 | 16,55      | 16,90 |
| Promedio          | 1,84             | 1,83  | 1,54       | 1,41  | 1,67             | 1,58  | 1,65       | 1,69  |

#### 4.1.2 Contenido de materia seca (MS), proteína cruda (PC), extracto etéreo (EE), fibra cruda (FC) y cenizas (CEN) de Germinado Hidropónico de maíz de cada tratamiento en base fresca (TCO) y base seca.

Los análisis de composición química del GH de cada tratamiento se llevaron a cabo en el Laboratorio de Nutrición de la Facultad de Ingeniería Zootecnia después de concluida la fase experimental. Los resultados se aprecian en la tabla 6 e indican que el mejor rendimiento de materia seca en base fresca (TCO) se obtuvo en el tratamiento uno (T1) y el mayor aporte de proteína

cruda (PC) en base seca (BS) se obtuvo con el tratamiento cinco (T5) con 15.99 % utilizando solución hidropónica en el agua de riego en cuarto menguante.

**Tabla 6.** Contenido nutricional en base fresca (TCO) y base seca (BS) de Germinado Hidropónico de maíz por tratamiento (%)

|                      | T1    | T2    | T3    | T4    | T5    | T6    | T7    | T8    |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Materia seca (% TCO) | 16,28 | 14,72 | 14,69 | 13,12 | 14,14 | 14,06 | 14,93 | 15,83 |
| PC (% BS)            | 14,28 | 13,90 | 13,56 | 13,70 | 15,99 | 13,64 | 14,30 | 13,67 |
| EE (% BS)            | 2,74  | 2,81  | 2,39  | 2,40  | 1,39  | 0,78  | 2,93  | 3,37  |
| FC (% BS)            | 14,28 | 14,43 | 14,05 | 14,08 | 15,10 | 14,29 | 14,67 | 14,06 |
| CEN (% BS)           | 3,44  | 3,51  | 3,05  | 2,70  | 2,39  | 2,27  | 1,50  | 2,31  |

Fuente: Laboratorio Nutrición Facultad Ing. Zootecnia UNPRG.

#### 4.1.3 Producción de Germinado Hidropónico por metro cuadrado (TCO)

El área de bandeja que se utilizó en el presente estudio fue de 0.175 m<sup>2</sup> (0.35 m x 0.50 m) y con la información de la tabla 6 se calculó el rendimiento de Germinado Hidropónico (GH) por metro cuadrado de cada tratamiento en base fresca (TCO). Al aplicar el análisis de varianza (Anexo 8.2.1) se encontraron diferencias estadísticas significativas ( $p < 0.05$ ) entre tratamientos para el factor simple fase lunar e interacción de los factores evaluados por lo que se aplicó el método de comparación múltiple de Tuckey, pero en el factor simple tipo de agua de riego no se hallaron diferencias estadísticas significativas ( $p > 0.05$ ) entre tratamientos por lo que se comparó numéricamente.

A nivel del factor fase lunar, independiente del factor tipo de agua de riego los mejores resultados se obtuvieron con fase de cuarto creciente superando en 13.01 % al menor resultado obtenido con fase de luna nueva. Estos resultados de influencia lunar en la producción de germinado hidropónico son parecidos a los obtenidos por Quiñonez (2014), quien obtuvo los mejores resultados de producción en la fase de luna llena y coincidió en que los menores resultados se obtuvieron en fase de luna nueva.

Numéricamente en el factor fase lunar, independiente del factor tipo de agua, los mejores resultados se lograron en fase de cuarto creciente superando en 1.154 kg más a la producción de GH obtenida en luna nueva.

A nivel de interacción de factores, que se aprecia en la tabla 7, los mejores resultados se lograron con la fase de cuarto creciente regado con solución hidropónica (T1) y fase de luna llena regado con solución hidropónica (T3) no habiendo diferencias estadísticas significativas ( $p>0.05$ ) entre ambos. Entre los demás tratamientos tampoco hubo diferencias estadísticas significativas ( $p>0.05$ ) pero numéricamente el menor rendimiento de GH/m<sup>2</sup> se obtuvo con luna nueva regada con solución hidropónica (T7), rindiendo 30.03 % menos que el mejor tratamiento (T1).

**Tabla 7.** Producción de Germinado Hidropónico (TCO) de maíz por metro cuadrado de cada tratamiento (Kg)

| Tratamiento                          | Media                |
|--------------------------------------|----------------------|
| T1 ( Cuarto creciente con SH)        | 10.5109 <sup>a</sup> |
| T3 ( Luna llena con SH)              | 10.48 <sup>a</sup>   |
| T8 ( Luna nueva con agua pura)       | 9.6543 <sup>ab</sup> |
| T2 ( Cuarto creciente con agua pura) | 9.5343 <sup>ab</sup> |
| T6 ( Cuarto menguante con agua pura) | 9.4543 <sup>ab</sup> |
| T4 ( Luna llena con agua pura)       | 9.0086 <sup>bc</sup> |
| T5 ( Cuarto menguante con SH)        | 8.8057 <sup>bc</sup> |
| T7 ( Luna nueva con SH)              | 8.0829 <sup>c</sup>  |

Las medias que no comparten una letra son estadísticamente diferentes

#### **4.1.4 Producción de materia seca (MS) de Germinado Hidropónico por metro cuadrado de cada tratamiento (Kg)**

Para calcular el aporte de materia seca por metro cuadrado de cada tratamiento (Tabla 8) se utilizó la información de aporte de GH/m<sup>2</sup> (TCO) de cada tratamiento vistos en el anexo 8.1, inciso b.



El análisis de varianza (Anexo 8.2.2) demostró que no hubo diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ( $p < 0.05$ ) tanto a nivel del factor simple fase lunar e interacción de los factores evaluados pero no en el factor simple tipo de agua ( $p > 0.05$ ).

A nivel del factor fase lunar, independiente del factor tipo de agua numéricamente los mejores resultados se obtuvieron con la fase de cuarto creciente con 10.02 kg de GH/m<sup>2</sup> superando en 27.72 % al menor rendimiento obtenido en luna nueva con 8.86 kg. Todos los rendimientos de materia seca obtenidos en este estudio se hallaron debajo del rendimiento de MS/m<sup>2</sup> encontrados por Quiñonez (2014), en cultivo hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare*) quien encontró un máximo de 2.32 kg en fase de luna llena y sólo coincidió con 1.53 kg de MS en fase de luna nueva.

En el factor tipo de agua, independiente del factor fase lunar, el rendimiento de materia seca por metro cuadrado obtenido utilizando solución hidropónica en el agua de riego superó numéricamente al rendimiento obtenido cuando se utilizó agua pura en el riego.

A nivel de interacción de factores, que se aprecia en la tabla 8, la mejor producción de materia seca de GH de maíz/m<sup>2</sup> se obtuvo en fase cuarto creciente regado con solución hidropónica (T1) con una media de 1.71 kg de MS/m<sup>2</sup> superando en 38.01 % al menor rendimiento de MS/m<sup>2</sup> obtenido en fase luna nueva regada con solución hidropónica (T7).

**Tabla 8.** Producción de materia seca (MS) de Germinado Hidropónico de maíz por metro cuadrado de cada tratamiento (Kg).

| Tratamiento                         | Media              |
|-------------------------------------|--------------------|
| T1 (Cuarto creciente con SH)        | 1.71 <sup>a</sup>  |
| T3 (Luna llena con SH)              | 1.54 <sup>ab</sup> |
| T8 (Luna nueva con agua pura)       | 1.53 <sup>b</sup>  |
| T6 (Cuarto menguante con agua pura) | 1.41 <sup>bc</sup> |
| T2 (Cuarto creciente con agua pura) | 1.35 <sup>c</sup>  |

|                               |                   |
|-------------------------------|-------------------|
| T5 (Cuarto menguante con SH)  | 1.29 <sup>c</sup> |
| T4 (Luna llena con agua pura) | 1.26 <sup>c</sup> |
| T7 ( Luna nueva con SH)       | 1.06 <sup>d</sup> |

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

#### **4.1.5 Producción de Proteína Cruda (PC) de Germinado Hidropónico por metro cuadrado en base seca (Kg)**

Para calcular los aportes de proteína cruda (PC) por metro cuadrado se utilizó la información de aporte nutricional en base seca de cada tratamiento de la tabla 6 y la información de producción de materia seca/m<sup>2</sup> presentado en el anexo 8.1 inciso c.

Al realizar el análisis de varianza (Anexo 8.2.3) se hallaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ( $p < 0.05$ ) a nivel de los factores fase lunar, tipo de agua de riego, así como entre la interacción de los factores evaluados por lo que se aplicó la prueba de Tuckey.

A nivel del factor fase lunar, independiente del factor tipo de agua de riego, se encontraron diferencias estadísticas significativas entre fases lunares ( $p < 0.05$ ) y los mejores resultados se lograron con la fase cuarto creciente con 0.23 kg superando en 21.7 % al menor rendimiento de PC/m<sup>2</sup> obtenido en fase de luna nueva con 0.18 kg. Estos rendimientos coinciden a los rendimientos obtenidos por Quiñonez (2014), quien obtuvo 0.23 kg de PC en fase de cuarto creciente con 0.23 kg y el rendimiento más bajo en fase de luna nueva con 0.17 kg utilizando cebada (*Hordeum vulgare* L.) regada con agua pura.

En el factor tipo de agua de riego, independiente del factor fase lunar, numéricamente el mayor rendimiento de PC/m<sup>2</sup> en base seca fue logrado regando con agua pura, superando en 2.97 % al rendimiento logrado cuando se utilizó solución hidropónica en el agua de riego.

A nivel de interacción de factores el mejor rendimiento de proteína cruda (PC)/m<sup>2</sup> en base seca, presentado en la tabla 5, se logró en la fase cuarto creciente regado con solución hidropónica (T1) con 0.2444 kg ligeramente por debajo del rendimiento obtenido por Pérez (2015) de 0.26 kg quien utilizó solución hidropónica en el agua de riego desde el primer al octavo día post siembra en bandejas cosechando a los 15 días de igual manera el rendimiento de PC/m<sup>2</sup> de todos los demás tratamientos se hallaron por debajo del rendimiento mínimo obtenido por la misma autora de 0.22 kg de PC/m<sup>2</sup>.

**Tabla 9.** Producción de proteína cruda (PC) de Germinado Hidropónico de maíz en base seca (BS) por metro cuadrado de cada tratamiento (Kg)

| Tratamiento                         | Media               |
|-------------------------------------|---------------------|
| T1 (Cuarto creciente con SH)        | 0.2444 <sup>a</sup> |
| T3 (Luna llena con SH)              | 0.2152 <sup>b</sup> |
| T2 (Cuarto creciente con agua pura) | 0.2132 <sup>b</sup> |
| T8 (Luna nueva con agua pura )      | 0.2098 <sup>b</sup> |
| T6 (Cuarto menguante con agua pura) | 0.2018 <sup>b</sup> |
| T5 (Cuarto menguante con SH)        | 0.1764 <sup>c</sup> |
| T4 (Luna llena con agua pura)       | 0.1735 <sup>c</sup> |
| T7 (Luna nueva con SH)              | 0.1459 <sup>d</sup> |

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

#### **4.1.6 Producción de Extracto Etéreo (EE) de Germinado Hidropónico por metro cuadrado en base seca (Kg).**

Para calcular los aportes de extracto etéreo (EE) por metro cuadrado se utilizó la información de aporte nutricional en base seca de cada tratamiento de la tabla 6 y la información de producción de materia seca/m<sup>2</sup> presentado en el anexo 8.1 inciso b.

Los resultados se observan en el anexo 8.1 inciso d y el análisis de varianza (Anexo 8.2.4) reveló la existencia de diferencias estadísticas

significativas entre tratamientos ( $p < 0.05$ ) tanto a nivel de los factores simples fase lunar y tipo de agua como en la interacción de ambos factores.

A nivel del factor simple fase lunar, independiente del factor tipo de agua, los mejores resultados se obtuvieron en fase luna nueva con 0.038 kg superando en 37.41 % al de la fase luna llena que presento el menor rendimiento. Estos resultados difieren de lo encontrado por Quiñonez (2014) quien obtuvo el mejor rendimiento de extracto etéreo cultivando cebada hidropónica al inicio de la fase cuarto creciente con 0.11 kg y el menor rendimiento lo obtuvo en la fase luna nueva con 0.06 kg.

En el factor tipo de agua, independiente del factor fase lunar, los mejores resultados se obtuvieron en la producción regada con solución hidropónica superando en 18.65 % a la producción regada con agua pura.

A nivel de interacción de factores el mejor rendimiento de EE/m<sup>2</sup> en base seca, presentado en la tabla 10, se logró en la fase de luna nueva regada con agua pura (T8) rindiendo 0.051 kg por debajo del valor obtenido por Pérez (2015), quien obtuvo 0.090 kg y supero en 58.82 % al rendimiento obtenido en la fase de cuarto creciente regado con agua pura (T2) que presento el menor rendimiento.

**Tabla 10.** Producción de extracto etéreo (EE) en base seca (BS) de Germinado Hidropónico de maíz por metro cuadrado de cada tratamiento (Kg).

| Tratamiento                         | Media                |
|-------------------------------------|----------------------|
| T8 (Luna nueva con agua pura)       | 0.0505 <sup>a</sup>  |
| T1 (Cuarto creciente con SH)        | 0.0469 <sup>ab</sup> |
| T3 (Luna llena con SH)              | 0.0433 <sup>b</sup>  |
| T6 (Cuarto menguante con agua pura) | 0.0411 <sup>b</sup>  |

|                                      |                      |
|--------------------------------------|----------------------|
| T5 (Cuarto menguante con SH)         | 0.0314 <sup>c</sup>  |
| T7 (Luna nueva con SH)               | 0.0258 <sup>cd</sup> |
| T2 (Cuarto creciente con agua pura ) | 0.0206 <sup>d</sup>  |
| T4 (Luna llena con agua pura)        | 0.0123 <sup>e</sup>  |

---

Las medias que no comparten una letra son estadísticamente diferentes

#### **4.1.7 Producción de Fibra Cruda (FC) de Germinado Hidropónico por metro cuadrado en base seca (Kg).**

Para calcular los aportes de fibra cruda (FC) por metro cuadrado se utilizó la información de aporte nutricional en base seca de cada tratamiento de la tabla 6 y la información de producción de materia seca/m<sup>2</sup> presentado en el anexo 8.1 inciso b.

Los resultados se observan en el anexo 8.1 inciso e y al realizar el análisis de varianza (Anexo 8.2.5) se hallaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ( $p < 0.05$ ) a nivel del factor simple fase lunar e interacción de factores por lo que se aplicó la prueba de Tuckey. A nivel del factor simple tipo de agua de riego no se hallaron diferencias estadísticas significativas ( $p > 0.05$ ).

A nivel del factor simple fase lunar, independiente del factor tipo de agua de riego, los mayores contenidos de FC/m<sup>2</sup> en base seca se obtuvieron en la fase cuarto creciente con 0.223 kg superando en 22.55 % al rendimiento de la fase luna nueva que fue la menor con 0.182 kg. Estos resultados coinciden con los resultados en GH de cebada obtenidos por Quiñonez (2014) el mayor contenido de fibra en la fase cuarto creciente (0.31 kg), y el menor rendimiento en la fase luna nueva con 0.20 kg.

En el factor tipo de agua de riego, independiente del factor fase lunar, los mejores resultados se obtuvieron regando con solución hidropónica superando en 0.85 % a la cosecha obtenida regada solo con agua pura.

Al evaluar la interacción de factores los tratamientos con mayor nivel de fibra cruda/m<sup>2</sup> de GH de maíz en base seca que se aprecia en la tabla 7, lo

presentaron los tratamientos uno (T1), tres (T3) y ocho (T8). T1 presentó el mayor rendimiento con 0.24 kg FC/m<sup>2</sup> superando al valor hallado por Pérez (2015), de 0.20 kg de FC de GH de maíz/m<sup>2</sup> quien regó el germinado desde el primer al octavo día post siembra y quien cosechó a los 15 días. El menor contenido de FC/m<sup>2</sup> lo presentó el tratamiento siete (T7) en fase de luna nueva regada con solución hidropónica.

**Tabla 11.** Producción de Fibra Cruda (FC) en base seca (BS) de Germinado Hidropónico de maíz por metro cuadrado de cada tratamiento (Kg).

| Tratamiento                          | Media                 |
|--------------------------------------|-----------------------|
| T1 (Cuarto creciente con SH)         | 0.2444 <sup>a</sup>   |
| T3 (Luna llena con SH)               | 0.2224 <sup>ab</sup>  |
| T8 (Luna nueva con agua pura)        | 0.2151 <sup>b</sup>   |
| T6 (Cuarto menguante con agua pura ) | 0.2065 <sup>bc</sup>  |
| T2 (Cuarto creciente con agua pura)  | 0.2024 <sup>bcd</sup> |
| T5 (Cuarto menguante con SH)         | 0.1821 <sup>cd</sup>  |
| T4 (Luna llena con agua pura)        | 0.1810 <sup>d</sup>   |
| T7 (Luna nueva con SH)               | 0.1495 <sup>e</sup>   |

Las medias que no comparten una letra son estadísticamente diferentes

#### 4.1.8 Producción de Cenizas (CEN) de Germinado Hidropónico por metro cuadrado en base seca (Kg).

Para calcular los aportes de Cenizas (CEN) por metro cuadrado se utilizó la información de aporte nutricional en base seca de cada tratamiento de la tabla 6 y la información de producción de materia seca/m<sup>2</sup> presentado en el anexo 8.1 inciso b. Los resultados se observan en el anexo 8.1 inciso f y al realizar el análisis de varianza (Anexo 8.2.6) se hallaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ( $p < 0.05$ ) tanto a nivel de los factores simples fase lunar y tipo de agua de riego, así como en la interacción de los factores evaluados.

A nivel del factor simple fase lunar, independiente del factor tipo de agua de riego, los mejores resultados se obtuvieron con la fase de cuarto creciente con 0.046 kg y luna llena con 0.042 entre los cuales no hubo diferencia estadística significativa pero el rendimiento de cuarto creciente superó en 49% al de la fase cuarto menguante que presentó el menor rendimiento con 0.031 kg de CEN/m<sup>2</sup>. Este resultado de la influencia lunar por fases en el contenido de cenizas es igual al encontrado por Quiñonez (2014), quien obtuvo el mayor contenido de cenizas en la fase cuarto creciente y el menor rendimiento en la fase cuarto menguante en Germinado Hidropónico de cebada.

En el factor tipo de agua de riego, independiente del factor fase lunar el mejor resultado se obtuvo regando con solución hidropónica (0.045 kg) superando en 46.62 % a la cosecha realizada regando solo con agua pura que rindió 0.031 kg, rindiendo ligeramente menos que el valor reportado por Pérez (2015) de 0.05 kg de CEN/m<sup>2</sup> quien regó el Germinado Hidropónico con solución hidropónica desde el primer al octavo día post siembra con el mismo periodo de cosecha.

Al evaluar la interacción de factores (tabla 12) los tratamientos con mayor nivel de CEN/m<sup>2</sup> de GH de maíz lo presentaron los tratamientos en fase cuarto creciente regado con solución hidropónica (T1) con 0.059 kg y luna llena con solución hidropónica (T3) entre los cuales no hubo diferencia estadística significativa. El rendimiento logrado en T1 superó en 47.48 % al rendimiento de la fase de luna llena regada con agua pura (T6) que presentó el menor rendimiento de CEN/m<sup>2</sup> con 0.024 kg y está ligeramente por encima del valor hallado por Pérez (2015), de 0.05 kg de CEN/m<sup>2</sup> quien regó el germinado desde el primer al octavo día post siembra cosechando a los 15 días.

**Tabla 12.** Producción de cenizas (CEN) en base seca (BS) de Germinado Hidropónico de maíz por metro cuadrado de cada tratamiento (Kg).

| Tratamiento                         | Media                |
|-------------------------------------|----------------------|
| T1 (Cuarto creciente con SH)        | 0.0589 <sup>a</sup>  |
| T3 (Luna llena con SH)              | 0.0540 <sup>a</sup>  |
| T5 (Cuarto menguante con SH)        | 0.0399 <sup>b</sup>  |
| T8 (Luna nueva con agua pura)       | 0.0369 <sup>bc</sup> |
| T2 (Cuarto creciente con agua pura) | 0.0336 <sup>bc</sup> |
| T4 (Luna llena con agua pura )      | 0.0302 <sup>cd</sup> |
| T7 (Luna nueva con SH)              | 0.0294 <sup>cd</sup> |
| T6 (Cuarto menguante con agua pura) | 0.0238 <sup>d</sup>  |

Las medias que no comparten una letra son estadísticamente diferentes

#### 4.2 Productividad de Germinado Hidropónico de maíz (*Zea mays*) por tratamiento

La productividad expresada en rendimiento por kilogramo de semilla procesada se midió en producción de Germinado Hidropónico y kg de materia seca por kg de semilla procesada, ambos en base fresca (TCO).

##### 4.2.1 Rendimiento de Germinado Hidropónico por kg de semilla procesada en base fresca (Kg)

Basados en la información de la tabla 5, los resultados de cada bandeja de cada tratamiento fueron convertidos a rendimiento de Germinado Hidropónico en base fresca (TCO) por kilogramo de semilla de maíz procesada que se aprecia en el anexo 8.1 inciso g. Al realizar el análisis de varianza (Anexo 8.2.7) se hallaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ( $p < 0.05$ ) tanto al nivel del factor simple fase lunar como en la interacción de ambos factores por los que se aplicó la prueba de comparación múltiple de Tuckey. En el factor tipo de agua de riego no se hallaron diferencias estadísticas significativas ( $p > 0.05$ ).



A nivel del factor simple fase lunar, independiente del factor tipo de agua de riego, el mayor rendimiento de GH/Kg de semilla procesada de maíz se obtuvo en la fase de cuarto creciente con 5.01 kg de GH en base fresca (TCO) y el menor rendimiento se obtuvo en luna nueva con 4.43 kg de GH de maíz en base fresca, influencia lunar similar al rendimiento obtenido por Quiñonez (2014), quien obtuvo el menor rendimiento de germinado hidropónico de cebada en fase de luna nueva con 5.56 kg pero diferente al que obtuvo el mayor rendimiento que fue en luna llena con 7.13 kg.

A nivel del factor tipo de agua de riego, independiente del factor fase lunar, el mejor rendimiento se obtuvo regando con solución hidropónica con 4.73 Kg superando en 0.64 % al rendimiento logrado cuando se riega solo con agua pura con 4.70 kg de GH/kg de semilla procesada.

En la interacción de factores (tabla 13), el mejor rendimiento por kg de semilla procesada se logró en la fase cuarto creciente regado con solución hidropónica (T1) con 5.25 kg, rendimiento que se halla dentro del rango referido por Aliaga et al. (2009) de 5 a 6 kg de GH/kg de semilla procesada. Todos los rendimientos obtenidos en el presente estudio no superaron el nivel mínimo indicado por la FAO (2001) de 10 kg de GH/ kg de semilla. El tratamiento (T1) fase cuarto creciente regado con solución hidropónica fue superior en rendimiento al encontrado por Pérez (2015), El menor rendimiento de GH por kg de semilla procesada se obtuvo con la fase de luna nueva regada con solución hidropónica con 4.014 kg de GH / kg de semilla procesada.

**Tabla 13.** Rendimiento de Germinado Hidropónico por kilogramo de semilla procesada en base fresca (Kg).

| Tratamiento                   | Media                |
|-------------------------------|----------------------|
| T1 ( Cuarto creciente con SH) | 5.2554 <sup>a</sup>  |
| T3 (Luna llena con SH)        | 5.2400 <sup>a</sup>  |
| T8 (Luna nueva con agua pura) | 4.8271 <sup>ab</sup> |

|                                     |                      |
|-------------------------------------|----------------------|
| T2 (Cuarto creciente con agua pura) | 4.7671 <sup>ab</sup> |
| T6 (Cuarto menguante con agua pura) | 4.7271 <sup>ab</sup> |
| T4 (Luna llena con agua pura )      | 4.5043 <sup>bc</sup> |
| T5 (Cuarto menguante con SH)        | 4.4029 <sup>bc</sup> |
| T7 (Luna nueva con SH)              | 4.0414 <sup>c</sup>  |

---

Las medias que no comparten una letra son estadísticamente diferentes

#### **4.2.2 Rendimiento de Materia Seca (MS) de Germinado Hidropónico por kg de semilla procesada.**

Para obtener el rendimiento de materia seca por kilogramo de semilla procesada de cada tratamiento se aplicaron los niveles de materia seca de cada uno, calculados en el laboratorio de nutrición de la Facultad de Ingeniera Zootecnia, a cada bandeja de cada tratamiento. Los resultados se muestran en el anexo 8.1 inciso h. Al realizar el análisis de varianza (Anexo 8.2.8) se hallaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ( $p < 0.05$ ) tanto a nivel del factor fase lunar, y en la interacción de factores por lo que se aplicó la prueba de comparación múltiple de Tuckey. El factor tipo de agua de riego no presentó diferencias estadísticas significativas ( $p > 0.05$ ).

A nivel del factor simple fase lunar, independiente del factor tipo de agua de riego, el mejor rendimiento de materia seca por kg de semilla procesada se logró en la fase lunar cuarto creciente que rindió 0.76 kg MS/kg de semilla procesada superando en 17.43 % al rendimiento obtenido en la fase lunar luna nueva con 0.64 kg MS/kg siendo el más bajo de todo el estudio. Esta influencia lunar difiere con lo manifestado por Quiñonez (2014), quien encontró la mejor influencia lunar en luna llena con 0.78 kg, y en segundo lugar el rendimiento en luna cuarto creciente con 0.76 kg, coincidiendo que los menores resultados de rendimiento se dan en la fase luna nueva.

Al evaluar numéricamente el factor tipo de agua de riego, independiente del factor fase lunar, el mejor rendimiento numérico se obtuvo regando con

solución hidropónica con 0.70 kg superando en 0.96 % al tratamiento regado solo con agua pura con 0.69 kg MS/kg de semilla procesada.

A nivel de interacción de factores el mejor rendimiento de materia seca por kg de semilla procesada que se aprecia en la tabla 14 se logró con la fase lunar cuarto creciente regado con solución hidropónica (T1) con 0.85 kg de MS/kg, valor que se halla por encima del rendimiento hallado por Pérez (2015), de 0.68 kg quien utilizó el riego con solución hidropónica desde el primer al octavo día de siembra. El menor rendimiento de MS/kg se obtuvo en T7 con 0.53 kg de MS/kg, todos estos valores se hallan por debajo de lo encontrado por Shinshiguano (2008), quien obtuvo 1.0 kg de MS/kg de semilla procesada, en Ecuador utilizando 17 días de proceso de producción.

**Tabla 14.** Rendimiento de Materia Seca (MS) por kilogramo de semilla procesada de todos los tratamientos (Kg).

| Tratamiento                         | Media                |
|-------------------------------------|----------------------|
| T1 (Cuarto creciente con SH)        | 0.8556 <sup>a</sup>  |
| T3 (Luna llena con SH)              | 0.7715 <sup>ab</sup> |
| T8 (Luna nueva con agua pura)       | 0.7641 <sup>b</sup>  |
| T6 (Cuarto menguante con agua pura) | 0.7058 <sup>bc</sup> |
| T2 (Cuarto creciente con agua pura) | 0.6741 <sup>c</sup>  |
| T5 (Cuarto menguante con SH)        | 0.6468 <sup>c</sup>  |
| T4 (Luna llena con agua pura)       | 0.6333 <sup>c</sup>  |
| T7 (Luna nueva con SH)              | 0.5302 <sup>d</sup>  |

Las medias que no comparten una letra son estadísticamente diferentes

#### 4.3. Análisis económico de Germinado Hidropónico de maíz (*Zea mays*) por tratamiento

Para evaluar económicamente el GH de maíz producido en el presente estudio se consideró realizarlo en función de la materia seca producida en

cada tratamiento a fin de eliminar la distorsión que podría ocasionar el contenido de humedad. Para dicho efecto se utilizó la estructura de costos de la empresa Valle Sol SAC.

#### 4.3.1. Costo de producción de un kg de Materia seca de GH de maíz por tratamiento (TCO)

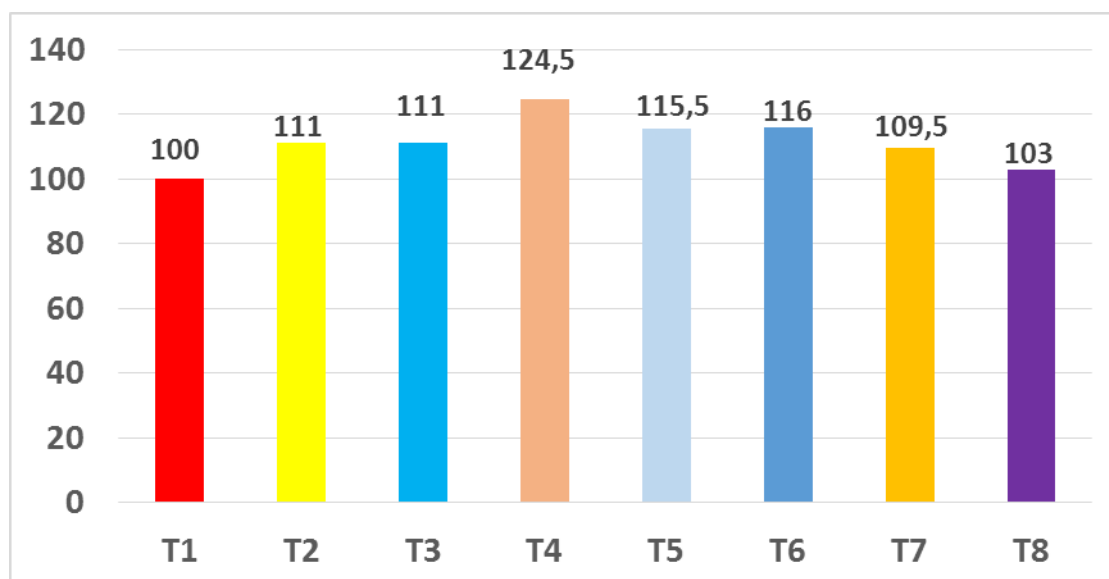
Para calcular el costo de 1 kg de materia seca de cada tratamiento, el costo total se aplicó a la producción total de materia seca de cada tratamiento considerando S/.0.70 nuevos soles por kg de maíz, S/.0.05 nuevos soles por litro de agua y considerando costo de la solución A = S/. 1.33 y de la solución B = S/ 0.33. La cantidad de agua se calculó de acuerdo a cada tratamiento al igual que la solución A y B. Los menores costos por kilogramo de materia seca de Germinado Hidropónico de Maíz se obtuvieron con el tratamiento (T1) fase cuarto creciente regado con solución hidropónica, costando S/.2.0/kg de MS.

**Tabla 15.** Costo por kilogramos de GH de maíz

| <b>Tratamiento :</b>  | <b>T1</b> | <b>T2</b> | <b>T3</b> | <b>T4</b> | <b>T5</b> | <b>T6</b> | <b>T7</b> | <b>T8</b> |
|-----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Costo/kg (S/.)</b> | 2         | 2.22      | 2.22      | 2.49      | 2.31      | 2.32      | 2.19      | 2.06      |

Al efectuar un análisis porcentual comparativo tomando como base el costo de producción más económico obtenido con el tratamiento (T1), el tratamiento más caro fue (T4) fase luna llena regado con agua pura, siendo 24.5 % más costoso (Gráfico 1).

**Grafico 1.** Comparativo porcentual de costos de producción de GH de maíz (*Zea mays*)



#### 4.3.2. Merito Económico:

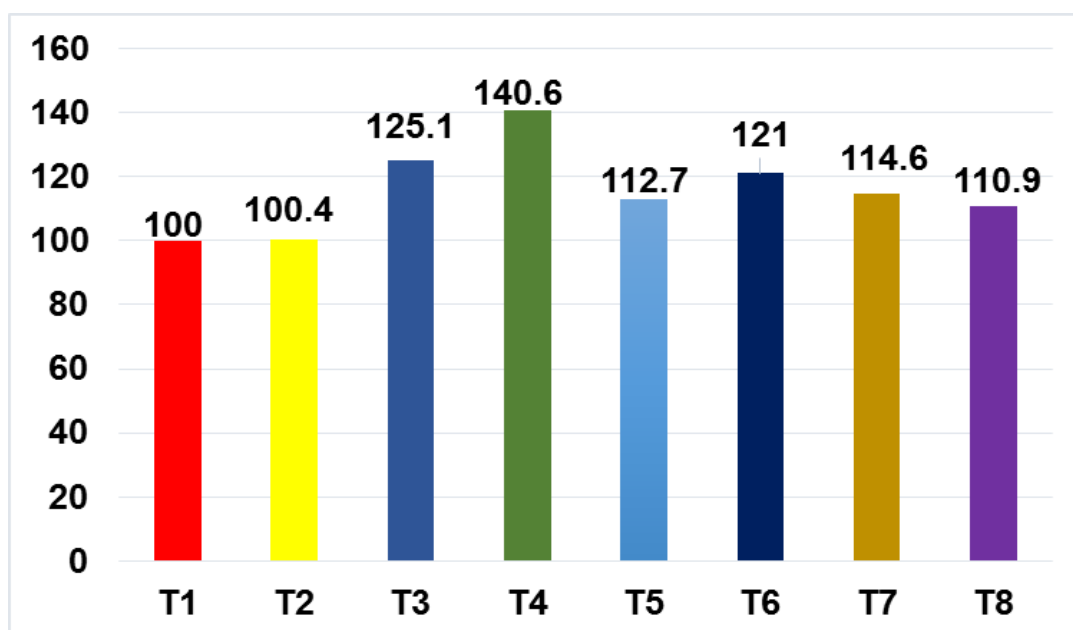
El mejor mérito económico lo obtuvo el tratamiento (T1) fase cuarto creciente regado con solución hidropónica tal como se aprecia en la tabla 16.

**Tabla 16.-** Merito económico (ME) de los tratamientos evaluados

| Tratamiento: | T1   | T2  | T3   | T4   | T5   | T6   | T7   | T8   |
|--------------|------|-----|------|------|------|------|------|------|
| ME/kg (S/.)  | 2.19 | 2.2 | 2.74 | 3.08 | 2.47 | 2.65 | 2.51 | 2.43 |

El análisis comparativo porcentual basado en el ME de T1 demostró que el tratamiento menos eficiente fue el T4, que supero en 40.64% al mérito económico del T1.

**Grafico 2.** Comparativo porcentual de Merito Económico entre tratamientos (%)



## **V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1 CONCLUSIONES**

- Las fases del ciclo lunar influyen en la producción y valor nutritivo de Germinado Hidropónico de maíz (*Zea mays*).
- La mejor producción y valor nutricional de Germinado Hidropónico de maíz en Lambayeque se obtiene produciendo en fase lunar cuarto creciente utilizando solución hidropónica en el agua de riego. Asimismo, se obtiene mejor rendimiento de GH y MS por kilogramo de semilla procesada.
- El costo de producción más económico de un kilogramo de GH de maíz (*Zea mays*) en el distrito y región Lambayeque se logra produciendo Germinado Hidropónico en la fase lunar cuarto creciente regando con solución hidropónica.

### **5.2 RECOMENDACIONES**

1. Evaluar la influencia del ciclo lunar en la productividad de otras gramíneas destinadas a la producción de germinado hidropónico en Lambayeque.
2. Estudiar la influencia lunar en otras etapas del proceso de cultivo de germinado hidropónico de maíz.
3. Seguir evaluando otras variables para mejorar la productividad y reducción de costos de producción de Germinado Hidropónico de maíz en la provincia y Región Lambayeque.

## VI. RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en el centro poblado Nuevo Mocce del distrito de Lambayeque de la provincia de Lambayeque región Lambayeque del 13 de mayo al 20 de junio de 2015 y tuvo como objetivos:

a) Determinar la interacción óptima entre fase lunar y calidad de agua con o sin solución hidropónica en el riego; b) Determinar el rendimiento nutricional de GH (kg/m<sup>2</sup>) de los tratamientos evaluados; c) Determinar la productividad de cada tratamiento (Kg GH/kg semilla y kg de MS/kg semilla); d) Determinar el costo de producción de los tratamientos evaluados y e) Revalorar la cultura ancestral de cultivos en función del ciclo lunar. Para lograrlos se implementaron ocho tratamientos T1: producción de GH de maíz con solución hidropónica en cuarto creciente; T2: producción de GH de maíz con agua pura en cuarto creciente; T3: producción de GH de maíz con solución hidropónica en luna llena; T4: producción de GH de maíz con agua pura en luna llena; T5: producción de GH de maíz con solución hidropónica en cuarto menguante; T6: producción de GH de maíz con agua pura en cuarto menguante; T7: producción de GH de maíz con solución hidropónica en luna nueva y T8: producción de GH de maíz con agua pura en luna nueva.

A cada tratamiento se le asignó 10 bandejas (repeticiones), todos fueron cosechados a los 15 días de edad y los tratamientos con solución hidropónica en el agua de riego solo la recibieron durante 4 días (desde el día 4 al día 8 post siembra en bandejas)

Los resultados demostraron la existencia de diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ( $p < 0.05$ ) y los mejores resultados se obtuvieron en la fase lunar cuarto creciente utilizando solución hidropónica en el agua de riego obteniendo mejores rendimientos en kg/m<sup>2</sup> en base fresca (TCO): Producción de GH y materia seca (MS) y kg/m<sup>2</sup> en base seca de PC, FC, CEN excepto rendimiento de EE/m<sup>2</sup> que se logró con la fase de luna nueva regada con solución hidropónica. En productividad el mejor rendimiento de GH/kg de semilla procesada tanto en fase fresca y materia seca por kg de semilla, se logró con la fase cuarto creciente con solución hidropónica en el agua de riego. Esta interacción fue la más económica.



## VII. BIBLIOGRAFÍA CITADA

- ALIAGA RODRIGUEZ, L., MONCAYO GALLIANI, R., et al. 2009. Producción de cuyes. Fondo editorial Universidad Católica Sedes Sapientiae. Lima Perú. 888 pp.
- CALENDARIO LUNAR 365. Calendario Lunar por día. En línea. Sin fecha de publicación. Visitado el 9 de setiembre de 2013. Disponible en <http://www.calendario-365.es/calendario-lunar/2013/septiembre.html>
- CALZODIACAL 99. Las Fases lunares. En línea. Sin fecha de publicación. Consultado el 5 de setiembre de 2013. Disponible en <http://calzodiacal99.tripod.com/faseslun.htm>
- CORRALES, R. 2012. La hidroponía como alternativa en la producción de forrajes. Apuntes de clase de la Asignatura Manejo de Pasturas. Facultad Ingeniería Zootecnia Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Lambayeque. Perú.
- DURANY, U. 1982. Cultivo de Plantas sin Tierra, 4ta. Ed., Editorial SINTES, S.A., Barcelona. España.
- FAO (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS). 2001. Forraje Verde Hidropónico. Santiago, Chile: Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. (Manual Técnico). 68 pp.
- HERNÁNDEZ, J. 2013. Densidad optima de siembra para el Germinado Hidropónico (GH) de maíz amarillo duro (*Zea mays*) en cuatro niveles de siembra. Tesis. Ingeniero Zootecnista. Facultad de Ingeniería zootecnia, Universidad Nacional "Pedro Ruiz Gallo". Lambayeque, Perú. 51 p.
- INFOJARDIN (2013), Influjo de la luna en los cultivos. La influencia de la luna en las plantas de jardín y huerto. En línea. Publicado el año 2013. Visitado el 5 de setiembre de 2013. Disponible en <http://articulos.infojardin.com/boletin-archivo/6-influjo-luna-cultivos-influencia-luna-plantas-jardin-huerto.htm>
- PEREZ, M. 2015. Periodo de riego con solución hidropónica en la producción de germinado hidropónico de maíz (GH) de maíz (*Zea mays*). Tesis Ingeniero Zootecnista. Facultad de Ingeniería Zootecnia, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Perú. 52 p.

- PEREZ, M. 1994. Producción de forraje en base a germinados de cebada (*Hordeum vulgare*) y maíz (*Zea mays*). Tesis Magister Scientiae. Escuela de Post grado, Especialidad de Producción Animal. Universidad Agraria La Molina. Lima, Perú.
- PICHILINGUE, C. 1994. Utilización de cebada (*Hordeum vulgare*), germinada en la alimentación de cuyes hembras durante el empadre, gestación y lactación. Tesis Ingeniero Zootecnista. Universidad Agraria La Molina. Lima, Perú. 107 p.
- QUIÑONEZ, P. 2014. Influencia del ciclo lunar en la producción de germinado hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare*) en Lambayeque. Tesis Ingeniero Zootecnista. Facultad de Ingeniería Zootecnia, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Perú. 56 p.
- REGALADO, F. 2009. Cultivos hidropónicos. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional "Pedro Ruiz Gallo". Lambayeque, Perú. 48 p.
- RESTREPO RIVERA JAIRO. 2005. La luna y su influencia en la agricultura. En línea. Publicado el año 2005. Visitado el 1 de setiembre de 2013. Disponible en <http://www.asoc-biodinamica.es/documentos/InfluenciaFasesLunares.pdf>
- RODRÍGUEZ, L. 2002. Hidroponía agricultura y bienestar, Doble Hélice Universidad Autónoma de Chihuahua - México.
- ROJAS, M. 1998. Cultivo hidropónico de centeno forrajero: densidad, edad de utilización y respuesta animal. Tesis Ingeniero Zootecnista. Facultad de Ingeniería Zootecnia, Universidad Nacional "Pedro Ruiz Gallo". Lambayeque, Perú, 94 pp.
- SIAN, SISTEMA DE INFORMACION AGRICOLA NACIONAL DE VENEZUELA. 2011. Determinación de la pureza, poder germinativo y valor cultural de las semillas. Folleto en línea. Publicado el año 2011, Visitado el 15 de setiembre de 2013. Disponible en <http://sian.inia.gob.ve/repositorio/folletosvenezolanos/91-100/93%20pureza%20poder%20germinativo%20y%20valor%20cultural%20de%20las%20semillas.pdf>
- SINCHIGUANO, M. 2008. Producción de forraje verde hidropónico de diferentes cereales (avena, cebada, maíz, trigo y vicia) y su efecto en la alimentación de cuyes. (en línea). Tesis (Ing. Zoot). Riobamba, EC, Escuela Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias Pecuarias. 108 p. Consultada el 2 de

julio del 2015. Disponible en  
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1707/1/17T0822.pdf>

TARRILLO, H. 2005. Forraje Verde Hidropónico Manual de Producción. 1ª Edición propia y revisada por Centro de Investigación de Hidroponía y Nutrición Mineral de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 41pp.

VILLAREAL, J. 2006. Introducción a la botánica forestal. Editorial Trillas. México. 3ra. Edición. 151 pp.

## VIII. ANEXOS

### 8.1. RENDIMIENTOS POR TRATAMIENTO

#### a. Producción de GH de maíz por metro cuadrado (TCO)

| Bandeja           | T1     | T2     | T3    | T4    | T5    | T6    | T7    | T8    |
|-------------------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| B1                | 10.67  | 10.57  | 8.37  | 8.17  | 9.80  | 9.29  | 10.89 | 8.69  |
| B2                | 10.50  | 11.11  | 8.71  | 8.00  | 9.74  | 9.23  | 8.63  | 10.23 |
| B3                | 10.13  | 10.43  | 9.60  | 8.06  | 9.97  | 9.26  | 8.83  | 9.34  |
| B4                | 9.93   | 9.60   | 8.77  | 7.91  | 9.57  | 8.71  | 9.14  | 10.11 |
| B5                | 9.89   | 12.11  | 8.94  | 8.14  | 9.69  | 9.43  | 8.97  | 10.89 |
| B6                | 10.67  | 8.80   | 9.80  | 7.46  | 9.89  | 8.83  | 9.57  | 9.29  |
| B7                | 11.27  | 6.43   | 8.74  | 8.40  | 8.80  | 9.17  | 9.51  | 10.86 |
| B8                | 9.81   | 12.57  | 8.37  | 8.66  | 8.83  | 8.49  | 10.37 | 8.74  |
| B9                | 11.13  | 11.57  | 7.89  | 8.06  | 9.57  | 9.09  | 9.43  | 9.23  |
| B10               | 11.13  | 11.60  | 8.86  | 7.97  | 9.49  | 8.60  | 9.20  | 9.17  |
| Total/tratamiento | 105.11 | 104.80 | 88.06 | 80.83 | 95.34 | 90.09 | 94.54 | 96.54 |
| Promedio          | 10.51  | 10.48  | 8.81  | 8.08  | 9.53  | 9.01  | 9.45  | 9.65  |

#### b. Producción de Materia Seca (MS) de GH de maíz por metro cuadrado (TCO)

| Bandeja           | T1    | T2    | T3    | T4    | T5    | T6    | T7    | T8    |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| B1                | 1,74  | 1,56  | 1,23  | 1,07  | 1,39  | 1,31  | 1,63  | 1,37  |
| B2                | 1,71  | 1,64  | 1,28  | 1,05  | 1,38  | 1,30  | 1,29  | 1,62  |
| B3                | 1,65  | 1,54  | 1,41  | 1,06  | 1,41  | 1,30  | 1,32  | 1,48  |
| B4                | 1,62  | 1,41  | 1,29  | 1,04  | 1,35  | 1,23  | 1,37  | 1,60  |
| B5                | 1,61  | 1,78  | 1,31  | 1,07  | 1,37  | 1,33  | 1,34  | 1,72  |
| B6                | 1,74  | 1,30  | 1,44  | 0,98  | 1,40  | 1,24  | 1,43  | 1,47  |
| B7                | 1,83  | 0,95  | 1,28  | 1,10  | 1,24  | 1,29  | 1,42  | 1,72  |
| B8                | 1,60  | 1,85  | 1,23  | 1,14  | 1,25  | 1,19  | 1,55  | 1,38  |
| B9                | 1,81  | 1,70  | 1,16  | 1,06  | 1,35  | 1,28  | 1,41  | 1,46  |
| B10               | 1,81  | 1,71  | 1,30  | 1,05  | 1,34  | 1,21  | 1,37  | 1,45  |
| Total/tratamiento | 17,11 | 15,43 | 12,94 | 10,60 | 13,48 | 12,67 | 14,12 | 15,28 |
| Promedio          | 1,71  | 1,54  | 1,29  | 1,06  | 1,35  | 1,27  | 1,41  | 1,53  |

**c. Rendimiento de Proteína Cruda (PC) de GH de maíz por metro cuadrado (BS)**

| Bandeja           | T1   | T2   | T3   | T4   | T5   | T6   | T7   | T8   |
|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| B1                | 0.25 | 0.22 | 0.17 | 0.15 | 0.22 | 0.18 | 0.23 | 0.19 |
| B2                | 0.24 | 0.23 | 0.17 | 0.14 | 0.22 | 0.18 | 0.18 | 0.22 |
| B3                | 0.24 | 0.21 | 0.19 | 0.14 | 0.23 | 0.18 | 0.19 | 0.20 |
| B4                | 0.23 | 0.20 | 0.17 | 0.14 | 0.22 | 0.17 | 0.20 | 0.22 |
| B5                | 0.23 | 0.25 | 0.18 | 0.15 | 0.22 | 0.18 | 0.19 | 0.24 |
| B6                | 0.25 | 0.18 | 0.20 | 0.13 | 0.22 | 0.17 | 0.20 | 0.20 |
| B7                | 0.26 | 0.13 | 0.17 | 0.15 | 0.20 | 0.18 | 0.20 | 0.23 |
| B8                | 0.23 | 0.26 | 0.17 | 0.16 | 0.20 | 0.16 | 0.22 | 0.19 |
| B9                | 0.26 | 0.24 | 0.16 | 0.14 | 0.22 | 0.17 | 0.20 | 0.20 |
| B10               | 0.26 | 0.24 | 0.19 | 0.15 | 0.19 | 0.17 | 0.20 | 0.21 |
| Total/tratamiento | 2.44 | 2.15 | 1.76 | 1.46 | 2.13 | 1.74 | 2.02 | 2.10 |
| Promedio          | 0.24 | 0.22 | 0.18 | 0.15 | 0.21 | 0.17 | 0.20 | 0.21 |

**d. Rendimiento de Extracto Etéreo (EE) de GH de maíz por metro cuadrado (BS).**

| Bandeja           | T1   | T2   | T3   | T4   | T5   | T6   | T7   | T8   |
|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| B1                | 0.05 | 0.04 | 0.03 | 0.03 | 0.02 | 0.01 | 0.05 | 0.05 |
| B2                | 0.05 | 0.05 | 0.03 | 0.03 | 0.02 | 0.01 | 0.04 | 0.05 |
| B3                | 0.05 | 0.04 | 0.03 | 0.03 | 0.02 | 0.01 | 0.04 | 0.05 |
| B4                | 0.04 | 0.04 | 0.03 | 0.02 | 0.02 | 0.01 | 0.04 | 0.05 |
| B5                | 0.04 | 0.05 | 0.03 | 0.03 | 0.02 | 0.01 | 0.04 | 0.06 |
| B6                | 0.05 | 0.04 | 0.03 | 0.02 | 0.02 | 0.01 | 0.04 | 0.05 |
| B7                | 0.05 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.02 | 0.01 | 0.04 | 0.06 |
| B8                | 0.04 | 0.05 | 0.03 | 0.03 | 0.02 | 0.01 | 0.05 | 0.05 |
| B9                | 0.05 | 0.05 | 0.03 | 0.03 | 0.02 | 0.01 | 0.04 | 0.05 |
| B10               | 0.05 | 0.05 | 0.04 | 0.03 | 0.04 | 0.03 | 0.04 | 0.04 |
| Total/tratamiento | 0.47 | 0.43 | 0.31 | 0.26 | 0.21 | 0.12 | 0.41 | 0.51 |
| Promedio          | 0.05 | 0.04 | 0.03 | 0.03 | 0.02 | 0.01 | 0.04 | 0.05 |

**e. Rendimiento de Fibra Cruda (FC) de GH de maíz por metro cuadrado (BS)**

| Bandeja           | T1   | T2   | T3   | T4   | T5   | T6   | T7   | T8   |
|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| B1                | 0.25 | 0.22 | 0.17 | 0.15 | 0.21 | 0.19 | 0.24 | 0.19 |
| B2                | 0.24 | 0.24 | 0.18 | 0.15 | 0.21 | 0.19 | 0.19 | 0.23 |
| B3                | 0.24 | 0.22 | 0.20 | 0.15 | 0.21 | 0.19 | 0.19 | 0.21 |
| B4                | 0.23 | 0.20 | 0.18 | 0.15 | 0.20 | 0.18 | 0.20 | 0.23 |
| B5                | 0.23 | 0.26 | 0.18 | 0.15 | 0.21 | 0.19 | 0.20 | 0.24 |
| B6                | 0.25 | 0.19 | 0.20 | 0.14 | 0.21 | 0.18 | 0.21 | 0.21 |
| B7                | 0.26 | 0.14 | 0.18 | 0.16 | 0.19 | 0.18 | 0.21 | 0.24 |
| B8                | 0.23 | 0.27 | 0.17 | 0.16 | 0.19 | 0.17 | 0.23 | 0.19 |
| B9                | 0.26 | 0.25 | 0.16 | 0.15 | 0.20 | 0.18 | 0.21 | 0.21 |
| B10               | 0.26 | 0.24 | 0.19 | 0.15 | 0.19 | 0.17 | 0.20 | 0.21 |
| Total/tratamiento | 2.44 | 2.22 | 1.82 | 1.50 | 2.02 | 1.81 | 2.07 | 2.15 |
| Promedio          | 0.24 | 0.22 | 0.18 | 0.15 | 0.20 | 0.18 | 0.21 | 0.22 |

**f. Rendimiento de Cenizas (CEN) de GH de maíz por metro cuadrado (BS).**

| Bandeja           | T1   | T2   | T3   | T4   | T5   | T6   | T7   | T8   |
|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| B1                | 0.06 | 0.05 | 0.04 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.02 | 0.03 |
| B2                | 0.06 | 0.06 | 0.04 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.02 | 0.04 |
| B3                | 0.06 | 0.05 | 0.04 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.02 | 0.03 |
| B4                | 0.06 | 0.05 | 0.04 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.02 | 0.04 |
| B5                | 0.06 | 0.06 | 0.04 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.02 | 0.04 |
| B6                | 0.06 | 0.05 | 0.04 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.02 | 0.03 |
| B7                | 0.06 | 0.03 | 0.04 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.02 | 0.04 |
| B8                | 0.05 | 0.06 | 0.04 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.02 | 0.03 |
| B9                | 0.06 | 0.06 | 0.04 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.02 | 0.03 |
| B10               | 0.06 | 0.06 | 0.04 | 0.04 | 0.05 | 0.04 | 0.05 | 0.05 |
| Total/tratamiento | 0.59 | 0.54 | 0.40 | 0.29 | 0.34 | 0.30 | 0.24 | 0.37 |
| Promedio          | 0.06 | 0.05 | 0.04 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.02 | 0.04 |

**g. Rendimiento de GH por kilogramo de semilla procesada (TCO).**

| Bandeja           | T1    | T2    | T3    | T4    | T5    | T6    | T7    | T8    |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| B 1               | 5.33  | 5.29  | 4.19  | 4.09  | 4.90  | 4.64  | 5.44  | 4.34  |
| B 2               | 5.25  | 5.56  | 4.36  | 4.00  | 4.87  | 4.61  | 4.31  | 5.11  |
| B 3               | 5.06  | 5.21  | 4.80  | 4.03  | 4.99  | 4.63  | 4.41  | 4.67  |
| B 4               | 4.96  | 4.80  | 4.39  | 3.96  | 4.79  | 4.36  | 4.57  | 5.06  |
| B 5               | 4.95  | 6.06  | 4.47  | 4.07  | 4.84  | 4.71  | 4.49  | 5.44  |
| B 6               | 5.33  | 4.40  | 4.90  | 3.73  | 4.94  | 4.41  | 4.79  | 4.64  |
| B 7               | 5.63  | 3.21  | 4.37  | 4.20  | 4.40  | 4.59  | 4.76  | 5.43  |
| B 8               | 4.91  | 6.29  | 4.19  | 4.33  | 4.41  | 4.24  | 5.19  | 4.37  |
| B 9               | 5.56  | 5.79  | 3.94  | 4.03  | 4.79  | 4.54  | 4.71  | 4.61  |
| B 10              | 5.56  | 5.80  | 4.43  | 3.99  | 4.74  | 4.30  | 4.60  | 4.59  |
| Total/tratamiento | 52.55 | 52.40 | 44.03 | 40.41 | 47.67 | 45.04 | 47.27 | 48.27 |
| Promedio          | 5.26  | 5.24  | 4.40  | 4.04  | 4.77  | 4.50  | 4.73  | 4.83  |

**h. Rendimiento de Materia Seca de GH por kilogramo de semilla procesada (TCO).**

| Bandeja           | T1   | T2   | T3   | T4   | T5   | T6   | T7   | T8   |
|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| B 1               | 0.87 | 0.78 | 0.61 | 0.54 | 0.69 | 0.65 | 0.81 | 0.69 |
| B 2               | 0.85 | 0.82 | 0.64 | 0.52 | 0.69 | 0.65 | 0.64 | 0.81 |
| B 3               | 0.82 | 0.77 | 0.71 | 0.53 | 0.70 | 0.65 | 0.66 | 0.74 |
| B 4               | 0.81 | 0.71 | 0.64 | 0.52 | 0.68 | 0.61 | 0.68 | 0.80 |
| B 5               | 0.81 | 0.89 | 0.66 | 0.53 | 0.68 | 0.66 | 0.67 | 0.86 |
| B 6               | 0.87 | 0.65 | 0.72 | 0.49 | 0.70 | 0.62 | 0.71 | 0.73 |
| B 7               | 0.92 | 0.47 | 0.64 | 0.55 | 0.62 | 0.64 | 0.71 | 0.86 |
| B 8               | 0.80 | 0.93 | 0.61 | 0.57 | 0.62 | 0.60 | 0.77 | 0.69 |
| B 9               | 0.91 | 0.85 | 0.58 | 0.53 | 0.68 | 0.64 | 0.70 | 0.73 |
| B 10              | 0.91 | 0.85 | 0.65 | 0.52 | 0.67 | 0.60 | 0.69 | 0.73 |
| Total/tratamiento | 8.56 | 7.71 | 6.47 | 5.30 | 6.74 | 6.33 | 7.06 | 7.64 |
| Promedio          | 0.86 | 0.77 | 0.65 | 0.53 | 0.67 | 0.63 | 0.71 | 0.76 |

## 8.2. ANÁLISIS DE VARIANZA

### 8.2.1.- Rendimiento de Germinado Hidropónico por metro cuadrado

Análisis de varianza para rendimiento de GH/m<sup>2</sup>, utilizando SC ajustada para pruebas

| Fuente                  | GL | SC      | Sec. | SC Ajust. | MC Ajust. | F     | P     |
|-------------------------|----|---------|------|-----------|-----------|-------|-------|
| Fase lunar              | 3  | 17,0921 |      | 17,0921   | 5,6974    | 8,34  | 0,000 |
| Tipo de agua            | 1  | 0,0650  |      | 0,0650    | 0,0650    | 0,10  | 0,759 |
| Fase lunar*Tipo de agua | 3  | 29,9792 |      | 29,9792   | 9,9931    | 14,63 | 0,000 |
| Error                   | 72 | 49,1651 |      | 49,1651   | 0,6828    |       |       |
| Total                   | 79 | 96,3013 |      |           |           |       |       |

S = 0,826346    R-cuad. = 48,95%    R-cuad.(ajustado) = 43,98%

Análisis de comparación múltiple de Tukey con un nivel de confianza de 95.0% para el tipo de semilla

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95,0% para GH/m<sup>2</sup> (TCO)

| Fase lunar       | N  | Media   | Agrupación |
|------------------|----|---------|------------|
| Cuarto creciente | 20 | 10,0226 | A          |
| Luna llena       | 20 | 9,7443  | A B        |
| Cuarto menguante | 20 | 9,1300  | B C        |
| Luna nueva       | 20 | 8,8686  | C          |

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95,0% para GH/m<sup>2</sup> (TCO)

| Tipo de agua | N  | Media  | Agrupación |
|--------------|----|--------|------------|
| C/SH         | 40 | 9,4699 | A          |
| Agua pura    | 40 | 9,4129 | A          |

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

### 8.2.2.- Rendimiento de materia seca (MS) de germinado hidropónico por metro cuadrado (TCO)

Análisis de varianza para rendimiento de materia seca (MS)/m<sup>2</sup> de GH utilizando SC ajustada para pruebas

| Fuente                  | GL | SC      | Sec. | SC Ajust. | MC Ajust. | F     | P     |
|-------------------------|----|---------|------|-----------|-----------|-------|-------|
| Fase lunar              | 3  | 0,60342 |      | 0,60342   | 0,20114   | 13,25 | 0,000 |
| Tipo de agua            | 1  | 0,00361 |      | 0,00361   | 0,00361   | 0,24  | 0,628 |
| Fase lunar*Tipo de agua | 3  | 2,20132 |      | 2,20132   | 0,73377   | 48,33 | 0,000 |
| Error                   | 72 | 1,09313 |      | 1,09313   | 0,01518   |       |       |
| Total                   | 79 | 3,90148 |      |           |           |       |       |

S = 0,123217    R-cuad. = 71,98%    R-cuad.(ajustado) = 69,26%



Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95,0% para MS/m<sup>2</sup> (TCO)

| Fase lunar       | N  | Media  | Agrupación |
|------------------|----|--------|------------|
| Cuarto creciente | 20 | 1,5297 | A          |
| Luna llena       | 20 | 1,4048 | B          |
| Cuarto menguante | 20 | 1,3525 | B C        |
| Luna nueva       | 20 | 1,2944 | C          |

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95,0% para MS/m<sup>2</sup> (TCO)

| Tipo de agua | N  | Media  | Agrupación |
|--------------|----|--------|------------|
| c/SH         | 40 | 1,4021 | A          |
| Agua pura    | 40 | 1,3886 | A          |

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes

### 8.2.3.- Rendimiento de proteína cruda (PC) de germinado hidropónico por metro cuadrado en base seca

| Fuente                  | GL | SC Sec.   | SC Ajust. | MC Ajust. | F     | P     |
|-------------------------|----|-----------|-----------|-----------|-------|-------|
| Fase lunar              | 3  | 0,0289465 | 0,0289465 | 0,0096488 | 31,43 | 0,000 |
| Tipo de agua            | 1  | 0,0003410 | 0,0003410 | 0,0003410 | 1,11  | 0,295 |
| Fase lunar*Tipo de agua | 3  | 0,0368057 | 0,0368057 | 0,0122686 | 39,96 | 0,000 |
| Error                   | 72 | 0,0221064 | 0,0221064 | 0,0003070 |       |       |
| Total                   | 79 | 0,0881996 |           |           |       |       |

S = 0,0175224    R-cuad. = 74,94%    R-cuad. (ajustado) = 72,50%

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95,0% para PC/m<sup>2</sup> (TCO)

| Fase lunar       | N  | Media  | Agrupación |
|------------------|----|--------|------------|
| Cuarto creciente | 20 | 0,2288 | A          |
| Luna llena       | 20 | 0,1943 | B          |
| Cuarto menguante | 20 | 0,1891 | B C        |
| Luna nueva       | 20 | 0,1779 | C          |

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95,0% para PC/m<sup>2</sup> (TCO)

| Tipo de agua | N  | Media  | Agrupación |
|--------------|----|--------|------------|
| Agua pura    | 40 | 0,1996 | A          |
| C/SH         | 40 | 0,1955 | A          |

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

### 8.2.4.- Rendimiento de extracto etéreo (EE) de germinado hidropónico por metro cuadrado en base seca

| Fuente                  | GL | SC Sec.   | SC Ajust. | MC Ajust. | F      | P     |
|-------------------------|----|-----------|-----------|-----------|--------|-------|
| Fase lunar              | 3  | 0,0012240 | 0,0012240 | 0,0004080 | 16,37  | 0,000 |
| Tipo de agua            | 1  | 0,0006530 | 0,0006530 | 0,0006530 | 26,19  | 0,000 |
| Fase lunar*Tipo de agua | 3  | 0,0111318 | 0,0111318 | 0,0037106 | 148,84 | 0,000 |
| Error                   | 72 | 0,0017949 | 0,0017949 | 0,0000249 |        |       |
| Total                   | 79 | 0,0148038 |           |           |        |       |

S = 0,00499294    R-cuad. = 87,88%    R-cuad.(ajustado) = 86,70%

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95,0% para EE/m<sup>2</sup> (TCO)

| Fase lunar       | N  | Media  | Agrupación |
|------------------|----|--------|------------|
| Luna nueva       | 20 | 0,0382 | A          |
| Cuarto menguante | 20 | 0,0363 | A B        |
| Cuarto creciente | 20 | 0,0337 | B          |
| Luna llena       | 20 | 0,0278 | C          |

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95,0% para EE/m<sup>2</sup> (TCO)

| Tipo de agua | N  | Media  | Agrupación |
|--------------|----|--------|------------|
| C/SH         | 40 | 0,0369 | A          |
| Agua pura    | 40 | 0,0311 | B          |

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

### 8.2.5.- Rendimiento de fibra cruda (FC) de germinado hidropónico por metro cuadrado en base seca

| Fuente                  | GL | SC Sec.   | SC Ajust. | MC Ajust. | F     | P     |
|-------------------------|----|-----------|-----------|-----------|-------|-------|
| Fase lunar              | 3  | 0,0178841 | 0,0178841 | 0,0059614 | 18,94 | 0,000 |
| Tipo de agua            | 1  | 0,0000561 | 0,0000561 | 0,0000561 | 0,18  | 0,674 |
| Fase lunar*Tipo de agua | 3  | 0,0418663 | 0,0418663 | 0,0139554 | 44,34 | 0,000 |
| Error                   | 72 | 0,0226599 | 0,0226599 | 0,0003147 |       |       |
| Total                   | 79 | 0,0824665 |           |           |       |       |

S = 0,0177404    R-cuad. = 72,52%    R-cuad.(ajustado) = 69,85%

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95,0% para FC/m<sup>2</sup> (TCO)

| Fase lunar       | N  | Media  | Agrupación |
|------------------|----|--------|------------|
| Cuarto creciente | 20 | 0,2234 | A          |
| Luna llena       | 20 | 0,2017 | B          |
| Cuarto menguante | 20 | 0,1943 | B C        |
| Luna nueva       | 20 | 0,1823 | C          |

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.<sup>2</sup>

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95,0% para FC/m<sup>2</sup> (TCO)

| Tipo de agua | N | Media | Agrupación |
|--------------|---|-------|------------|
|--------------|---|-------|------------|

|           |    |        |   |
|-----------|----|--------|---|
| Agua pura | 40 | 0,2013 | A |
| C/SH      | 40 | 0,1996 | A |

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

### 8.2.6.- Rendimiento de cenizas (CEN) de germinado hidropónico por metro cuadrado en base seca

| Fuente                  | GL | SC Sec.   | SC Ajust. | MC Ajust. | F      | P     |
|-------------------------|----|-----------|-----------|-----------|--------|-------|
| Fase lunar              | 3  | 0,0029009 | 0,0029009 | 0,0009670 | 30,94  | 0,000 |
| Tipo de agua            | 1  | 0,0041516 | 0,0041516 | 0,0041516 | 132,84 | 0,000 |
| Fase lunar*Tipo de agua | 3  | 0,0034465 | 0,0034465 | 0,0011488 | 36,76  | 0,000 |
| Error                   | 72 | 0,0022502 | 0,0022502 | 0,0000313 |        |       |
| Total                   | 79 | 0,0127491 |           |           |        |       |

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95,0% para CEN/m2 (TCO)

| Fase lunar       | N  | Media  | Agrupación |
|------------------|----|--------|------------|
| Cuarto creciente | 20 | 0,0462 | A          |
| Luna llena       | 20 | 0,0421 | A          |
| Luna nueva       | 20 | 0,0332 | B          |
| Cuarto menguante | 20 | 0,0319 | B          |

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95,0% para CEN/m2 (TCO)

| Tipo de agua | N  | Media  | Agrupación |
|--------------|----|--------|------------|
| C/SH         | 40 | 0,0456 | A          |
| Agua pura    | 40 | 0,0311 | B          |

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

### 8.2.7.- Rendimiento de GH por kg de semilla procesada en base fresca

| Fuente                  | GL | SC Sec. | SC Ajust. | MC Ajust. | F     | P     |
|-------------------------|----|---------|-----------|-----------|-------|-------|
| Fase lunar              | 3  | 4,2730  | 4,2730    | 1,4243    | 8,34  | 0,000 |
| Tipo de agua            | 1  | 0,0162  | 0,0162    | 0,0162    | 0,10  | 0,759 |
| Fase lunar*Tipo de agua | 3  | 7,4948  | 7,4948    | 2,4983    | 14,63 | 0,000 |
| Error                   | 72 | 12,2913 | 12,2913   | 0,1707    |       |       |
| Total                   | 79 | 24,0753 |           |           |       |       |

S = 0,413173    R-cuad. = 48,95%    R-cuad.(ajustado) = 43,98%

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95,0% para kg GH/Kg semilla

| Fase lunar       | N  | Media  | Agrupación |
|------------------|----|--------|------------|
| Cuarto creciente | 20 | 5,0113 | A          |
| Luna llena       | 20 | 4,8721 | A B        |
| Cuarto menguante | 20 | 4,5650 | B C        |
| Luna nueva       | 20 | 4,4343 | C          |

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95,0% para

kg GH/Kg semilla

| Tipo de agua | N  | Media  | Agrupación |
|--------------|----|--------|------------|
| C/SH         | 40 | 4,7349 | A          |
| Agua pura    | 40 | 4,7064 | A          |

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

### 8.2.8.- Rendimiento de Materia seca/ kg de semilla

| Fuente                  | GL | SC Sec. | SC Ajust. | MC Ajust. | F     | P     |
|-------------------------|----|---------|-----------|-----------|-------|-------|
| Fase lunar              | 3  | 0,15086 | 0,15086   | 0,05029   | 13,25 | 0,000 |
| Tipo de agua            | 1  | 0,00090 | 0,00090   | 0,00090   | 0,24  | 0,628 |
| Fase lunar*Tipo de agua | 3  | 0,55033 | 0,55033   | 0,18344   | 48,33 | 0,000 |
| Error                   | 72 | 0,27328 | 0,27328   | 0,00380   |       |       |
| Total                   | 79 | 0,97537 |           |           |       |       |

S = 0,0616084    R-cuad. = 71,98%    R-cuad.(ajustado) = 69,26%

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95,0% para kg MS/Kg semilla

| Fase lunar       | N  | Media  | Agrupación |
|------------------|----|--------|------------|
| Cuarto creciente | 20 | 0,7649 | A          |
| Luna llena       | 20 | 0,7024 | B          |
| Cuarto menguante | 20 | 0,6763 | B C        |
| Luna nueva       | 20 | 0,6472 | C          |

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95,0% para kg MS/Kg semilla

| Tipo de agua | N  | Media  | Agrupación |
|--------------|----|--------|------------|
| C/SH         | 40 | 0,7010 | A          |
| Agua pura    | 40 | 0,6943 | A          |

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

### 8.3.- ESTRUCTURA DE COSTOS:

#### 8.3.1.- Estructura de costos de producción de GH de maíz de los tratamientos T1, T3, T5, y T7 (riego con solución hidropónica)

| PROCESO                 | INSUMOS                    | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO (S/.) | COSTO  |
|-------------------------|----------------------------|--------|----------|-----------------------|--------|
| PRE GERMINACIO (3 DIAS) | MAIZ                       | KG     | 14       | 0.7                   | 9.8    |
|                         | AGUA                       | L      | 28       | 0.05                  | 1.4    |
|                         | LEJIA                      | L      | 0.48     | 2.08                  | 0.99   |
|                         | MANO DE OBRA               | HORAS  | 6.52     | 3.125                 | 20.37  |
|                         | SUB TOTAL                  |        |          |                       | 32.57  |
| GERMINACION (5DIAS)     | AGUA                       | L      | 62       | 0.05                  | 3.1    |
|                         | SOLUC. HIDROPONICA A       | L      | 0.0667   | 0.67                  | 0.045  |
|                         | SOLUC. HIDROPONICA B       | L      | 0.0333   | 0.3                   | 0.009  |
|                         | MANO DE OBRA               | HORAS  | 8        | 4.2                   | 33.6   |
|                         | SUB TOTAL                  |        |          |                       | 36.75  |
| PRODUCCION (7 DIAS)     | AGUA                       | L      | 138      | 0.05                  | 6.9    |
|                         | MANO DE OBRA               | HORAS  | 13       | 4.2                   | 54.6   |
|                         | SUB TOTAL                  |        |          |                       | 61.5   |
|                         | COSTO DE PRODUCCION (S/.)  |        |          |                       | 130.83 |
|                         | RENDIMIENTO (KG)           |        |          |                       | 67.04  |
|                         | COSTO FORRAJE (KG)         |        |          |                       | 1.95   |
|                         | Costo de depreciación/kg   |        |          |                       | 0.05   |
|                         | costo total /kg GH de maíz |        |          |                       | 2.01   |

**8.3.2.- Estructura de costos de producción de GH de maíz de los tratamientos: T2, T4, T6 y T8 (riego con agua pura).**

| PROCESO                        | INSUMOS                    | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO (\$/.) | COSTO |        |
|--------------------------------|----------------------------|--------|----------|------------------------|-------|--------|
| PRE<br>GERMINACION<br>(3 DIAS) | MAIZ                       | KG     | 14       | 0.7                    | 9.80  |        |
|                                | AGUA                       | L      | 28       | 0.05                   | 1.40  |        |
|                                | LEJIA                      | L      | 0.48     | 2.08                   | 0.99  |        |
|                                | MANO DE OBRA               | HORAS  | 6.52     | 3.125                  | 20.37 |        |
|                                | SUBTOTAL                   |        |          |                        |       | 32.57  |
| GERMINACION<br>(5DIAS)         | AGUA                       | L      | 62       | 0.05                   | 3.10  |        |
|                                | MANO DE OBRA               | HORAS  | 8        | 4.2                    | 33.60 |        |
|                                | SUB TOTAL                  |        |          |                        |       | 36.75  |
| PRODUCCION<br>(7DIAS)          | AGUA                       | L      | 138      | 0.05                   | 6.90  |        |
|                                | MANO DE OBRA               | HORAS  | 13       | 4.2                    | 54.60 |        |
|                                | SUB TOTAL                  |        |          |                        |       | 61.50  |
|                                | COSTO DE PRODUCCION (\$/)  |        |          |                        |       | 130.77 |
|                                | RENDIMIENTO (KG)           |        |          |                        |       | 65.16  |
|                                | COSTO FORRAJE (KG)         |        |          |                        |       | 2.01   |
|                                | Costo de depreciación/kg   |        |          |                        |       | 0.05   |
|                                | costo total /kg GH de maíz |        |          |                        |       | 2.06   |

#### 8. 4.- PROCESO DE PRODUCCIÓN DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO DE MAÍZ (*zea mays*)

**1er paso.** - la semilla fue adquirida en el mercado Modelo de Lambayeque del Distrito de Lambayeque Provincia de Lambayeque.



**2do paso.** - se esperó la salida de la luna en cuarto creciente, en donde se inició los 2 primeros tratamientos con y sin solución hidropónica en el agua de riego (10 repeticiones por tratamiento), se pesó la semilla para ambos tratamientos obteniéndose 7 kg.



**3er paso.** - se procedió a escoger y lavar la semilla con agua pura (3 veces) para eliminar polvo y otras impurezas, seguido de la desinfección con hipoclorito de sodio durante 2 horas.



**4to paso.** - lavado para eliminar el hipoclorito de sodio de la semilla y remojo por veinticuatro horas.





**5to paso.** - cumplidas las 24 horas se dejó orear en baldes debidamente tapados durante 48 horas (dos días).



**6to paso.** - después del oreo cuando habían brotado las raíces (1.5 a 2.0 cm), para realizar una siembra homogénea en cada bandeja se procedió a pesar el total de semilla oreada y se dividió entre 20 (10 bandejas por tratamiento) para realizar una distribución homogénea de la semilla húmeda.



**7mo paso.** - luego de sembrar las semillas en bandejas por cada tratamiento se trasladaron a la cámara de germinación provistas de manta oscura donde permanecieron por un periodo de 5 días post siembra.



Tener en cuenta que en el 1er tratamiento de cada fase lunar se empleó en el agua de riego solución hidropónica A (1ml por litro de agua) y B (0.5 ml por litro de agua) a partir del 4to día después de la siembra durante 4 días, luego se siguió regando con agua pura.



**8vo paso.** - con ayuda de un aspersor se regaron diariamente las bandejas 3 veces al día: 7:00 am; 12:00 m y 6:00pm.



**9no paso.** - el día 8 de haber iniciado el proceso se procedió a retirar la manta negra dejando al descubierto las bandejas de cada tratamiento y se continuó regando hasta el día 15.







**10mo paso.** - cumplido los 15 días de haber iniciado el proceso de producción se procedió a cosechar el forraje hidropónico de maíz (*Zea mays*), y se pesó la producción de cada bandeja por tratamiento con el registro respectivo.





**11vo paso.** - las muestras fueron llevadas al laboratorio de nutrición para los análisis respectivos.



Nota: se empleó el mismo procedimiento para los tratamientos iniciadas en luna llena, cuarto menguante y luna nueva.